



日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 1月18日

出願番号

Application Number:

特願2001-009951

出願人

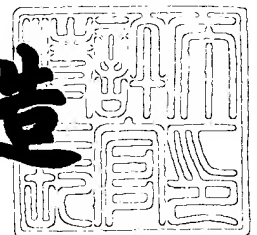
Applicant(s):

オリンパス光学工業株式会社

2001年10月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3094887

【書類名】 特許願
 【整理番号】 00P02892
 【提出日】 平成13年 1月18日
 【あて先】 特許庁長官殿
 【国際特許分類】 G02B 26/08

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号
 オリンパス光学工業株式会社内

【氏名】 西岡 公彦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号
 オリンパス光学工業株式会社内

【氏名】 村上 峰雪

【特許出願人】

【識別番号】 000000376

【氏名又は名称】 オリンパス光学工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097777

【弁理士】

【氏名又は名称】 菰澤 弘

【選任した代理人】

【識別番号】 100088041

【弁理士】

【氏名又は名称】 阿部龍吉

【選任した代理人】

【識別番号】 100092495

【弁理士】

【氏名又は名称】 蛭川昌信

【選任した代理人】

【識別番号】 100092509

【弁理士】

【氏名又は名称】 白井博樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100095120

【弁理士】

【氏名又は名称】 内田亘彦

【選任した代理人】

【識別番号】 100095980

【弁理士】

【氏名又は名称】 菅井英雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100094787

【弁理士】

【氏名又は名称】 青木健二

【選任した代理人】

【識別番号】 100091971

【弁理士】

【氏名又は名称】 米澤 明

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014960

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9102411

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 有機材料あるいは合成樹脂あるいはエラストマーからなる圧電材料を有することを特徴とする光学特性可変光学素子。

【請求項2】 電磁波によって電力を供給することを特徴とする可変焦点眼鏡。

【請求項3】 ピント合わせを行う光学特性可変光学素子を有し、光学素子を動かすことでズーミングあるいは変倍を行うことを特徴とする光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光学装置に関し、特に、光学特性可変光学素子を用いた光学装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、光学装置にはレンズ、ミラー等が用いられてきたが、それらは焦点距離等が変化しないものであった。このため、例えばフォーカス、ズーミング等を行おうとすると、レンズ等を移動させる必要があり、光学装置全体が重く大きくなる欠点があった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は従来技術のこのような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、光学特性可変光学素子を用いてフォーカス、ズーミング等を行う際にレンズ等を移動させる必要がなく光学装置全体を軽量に構成できるようにすることである。

【0004】

【課題を解決するための手段】

本発明の光学装置は例えば次のようなものを含むものである。

【0005】

〔1〕 圧電材料を用いたことを特徴とする可変焦点レンズ。

【0006】

〔2〕 圧電材料を用いたことを特徴とする可変ミラー。

【0007】

〔3〕 ポンプと流体を有することを特徴とする可変焦点レンズ。

【0008】

〔4〕 ポンプと流体を有することを特徴とする可変ミラー。

【0009】

〔5〕 ポンプと流体を有することを特徴とする光学特性可変光学素子。

【0010】

〔6〕 静電気力、電磁力、圧電効果、磁歪、流体の圧力、電場、磁場、電磁波、温度変化の中の少なくとも2つを用いたことを特徴とする可変ミラー。

【0011】

〔7〕 静電気力、電磁力、圧電効果、磁歪、流体の圧力、電場、磁場、電磁波、温度変化の中の少なくとも2つを用いたことを特徴とする可変焦点レンズ。

【0012】

〔8〕 少なくとも2つ以上の異なる駆動方法を用いたことを特徴とする光学特性可変光学素子。

【0013】

〔9〕 静電気力、電磁力、圧電効果、磁歪、流体の圧力、電場、磁場、電磁場、温度変化の中の少なくとも2つを用いたことを特徴とする光学特性可変素子。

【0014】

〔10〕 流体あるいはゼリー状物質で駆動される2つ以上の光学特性可変光学素子を有し、前記光学特性可変光学素子の流体あるいはゼリー状の物質同志が互いに連結されていることを特徴とする光学素子。

【0015】

〔 1 1 〕 光学特性可変光学素子が可変焦点レンズを含むことを特徴とする
上記 1 0 記載の光学素子。

【 0 0 1 6 】

〔 1 2 〕 光学特性可変光学素子が可変焦点ミラーを含むことを特徴とする
上記 1 0 記載の光学素子。

【 0 0 1 7 】

〔 1 3 〕 電圧を昇圧する部材を有することを特徴とする光学特性可変光学
素子。

【 0 0 1 8 】

〔 1 4 〕 静電気力あるいは圧電効果を用いたことを特徴とする上記 1 3 記
載の光学特性可変光学素子。

【 0 0 1 9 】

〔 1 5 〕 光学面の光偏向特性を変化させることで、光量調節作用を有する
ことを特徴とする光学特性可変光学素子。

【 0 0 2 0 】

〔 1 6 〕 光学面の光偏向特性をある使用状態から大きく変化させることで
、光量調節作用を有することを特徴とする光学特性可変光学素子。

【 0 0 2 1 】

〔 1 7 〕 固体撮像素子の転送時に光学面の光偏向特性を変化させることで
、光量減少作用を有することを特徴とする光学特性可変光学素子。

【 0 0 2 2 】

〔 1 8 〕 静電気力又は圧電効果を用いたことを特徴とするマイクロポンプ
。

【 0 0 2 3 】

〔 1 9 〕 上記 1 8 記載のマイクロポンプを有することを特徴とする光学特
性可変光学素子。

【 0 0 2 4 】

〔 2 0 〕 可変ミラーと対向する光学素子の面形状が曲面で、その上に透明
な導電部材を設けたことを特徴とする可変ミラー。

【0025】

〔21〕 可変ミラーと対向する光学素子の面形状が凹面で、その上に透明な導電部材を設けたことを特徴とする可変ミラー。

【0026】

〔22〕 可変ミラーと対向する光学素子の面形状が凸面で、その上に透明な導電部材を設けたことを特徴とする可変ミラー。

【0027】

〔23〕 圧電性を有する有機材料を用いたことを特徴とする光学特性可変光学素子。

【0028】

〔24〕 圧電性を有する合成樹脂を用いたことを特徴とする光学特性可変光学素子。

【0029】

〔25〕 有機材料あるいは合成樹脂を用いた可変焦点レンズを透明基板で挟んだことを特徴とする可変焦点レンズ。

【0030】

〔26〕 圧電性を有する有機材料あるいは合成樹脂を用いた可変焦点レンズを透明基板で挟んだことを特徴とする可変焦点レンズ。

【0031】

〔27〕 有機材料あるいは合成樹脂を用いた形状が変化する可変焦点レンズを透明基板で挟んだことを特徴とする可変焦点レンズ。

【0032】

〔28〕 上記15から17の何れか1項記載の光学特性可変光学素子を有することを特徴とする撮像装置。

【0033】

〔29〕 光学特性可変光学素子を有することを特徴とする携帯電話。

【0034】

〔30〕 可変ミラーを有することを特徴とする携帯電話。

【0035】

〔 3 1 〕 可変焦点レンズを有することを特徴とする携帯電話。

【 0 0 3 6 】

〔 3 2 〕 変倍機能を有することを特徴とする携帯電話。

【 0 0 3 7 】

〔 3 3 〕 ズーム機能を有することを特徴とする携帯電話。

【 0 0 3 8 】

〔 3 4 〕 フォーカス機能を有することを特徴とする携帯電話。

【 0 0 3 9 】

〔 3 5 〕 可変ミラーを有することを特徴とする上記 3 2 から 3 4 の何れか 1 項記載の携帯電話。

【 0 0 4 0 】

〔 3 6 〕 可変焦点レンズを有することを特徴とする上記 3 2 から 3 4 の何れか 1 項記載の携帯電話。

【 0 0 4 1 】

〔 3 7 〕 光学特性可変光学素子と自由曲面とねじれ光軸を有することを特徴とする撮像装置又は光学装置。

【 0 0 4 2 】

〔 3 8 〕 レンズと光学特性可変光学素子と自由曲面とねじれ光軸を有することを特徴とする電子撮像装置。

【 0 0 4 3 】

〔 3 9 〕 光学特性可変光学素子を有することを特徴とする可変焦点眼鏡。

【 0 0 4 4 】

〔 4 0 〕 圧電材料を用いた光学特性可変光学素子を有することを特徴とする可変焦点眼鏡。

【 0 0 4 5 】

〔 4 1 〕 マイクロポンプを用いた光学特性可変光学素子を有することを特徴とする可変焦点眼鏡。

【 0 0 4 6 】

〔 4 2 〕 静電気力を用いた光学特性可変光学素子を有する可変焦点眼鏡。

【 0 0 4 7 】

〔 4 3 〕 電磁力を用いた光学特性可変光学素子を有することを特徴とする可変焦点眼鏡。

【 0 0 4 8 】

〔 4 4 〕 流体あるいはゼリー状の物質を有する光学特性可変光学素子を有することを特徴とする可変焦点眼鏡。

【 0 0 4 9 】

〔 4 5 〕 流体あるいはゼリー状の物質と透明電極を有する光学特性可変光学素子を有することを特徴とする可変焦点眼鏡。

【 0 0 5 0 】

〔 4 6 〕 異なる駆動方法を用いた光学特性可変光学素子を複数個有することを特徴とする光学装置。

【 0 0 5 1 】

〔 4 7 〕 異なる駆動方法を用いた光学特性可変光学素子を複数個有し、それらを異なる機能で使用することを特徴とする光学装置。

【 0 0 5 2 】

〔 4 8 〕 異なる駆動方法を用いた可変ミラーを複数個有することを特徴とする光学装置。

【 0 0 5 3 】

〔 4 9 〕 静電気力、電磁力、圧電効果、磁歪、流体の圧力、電場、磁場、電磁波、温度変化の何れかを用いた光学特性可変光学素子を複数個有し、それらを異なる機能で使用することを特徴とする光学装置。

【 0 0 5 4 】

〔 5 0 〕 光学特性可変光学素子を有することを特徴とする車載用撮像装置。

【 0 0 5 5 】

〔 5 1 〕 可変ミラーと対向する光学素子の面形状が凹面であることを特徴とする光学系。

【 0 0 5 6 】

〔 5 2 〕 拡張曲面を有する光学素子 2 つ以上と、光学特性可変光学素子を有することを特徴とする光学系。

【 0 0 5 7 】

〔 5 3 〕 自由曲面を有する光学素子 2 つ以上と、複数の光学特性可変光学素子を有することを特徴とする光学系。

【 0 0 5 8 】

〔 5 4 〕 光学特性可変光学素子を含むことを特徴とする信号処理装置。

【 0 0 5 9 】

〔 5 5 〕 光学特性可変光学素子を含むことを特徴とする情報発信装置。

【 0 0 6 0 】

〔 5 6 〕 光学特性可変光学素子を含むことを特徴とするリモコン。

【 0 0 6 1 】

〔 5 7 〕 光学特性可変素子を含むことを特徴とする電話。

〔 5 8 〕 圧電効果でレンズの一部が変形することを特徴とする光学特性可変レンズ。

【 0 0 6 2 】

〔 5 9 〕 圧電効果でレンズ面の一部が変形し、かつ、流体の液溜を有しないことを特徴とする光学特性可変レンズ。

【 0 0 6 3 】

〔 6 0 〕 圧電材料の層を複数有することを特徴とする光学特性可変レンズ。

【 0 0 6 4 】

〔 6 1 〕 有機材料あるいは合成樹脂あるいはエラストマーからなる圧電材料を有することを特徴とする光学特性可変光学素子。

【 0 0 6 5 】

〔 6 2 〕 有機材料あるいは合成樹脂あるいはエラストマーからなる圧電材料を有することを特徴とする光学特性可変レンズ。

【 0 0 6 6 】

〔 6 3 〕 有機材料あるいは合成樹脂あるいはエラストマーからなる圧電材料の層と透明部材の層とを有することを特徴とする光学特性可変レンズ。

【 0 0 6 7 】

〔 6 4 〕 有機材料あるいは合成樹脂あるいはエラストマーからなる圧電材料とそれと一体化された透明部材とを有することを特徴とする光学特性可変レンズ。

【 0 0 6 8 】

〔 6 5 〕 磁歪材料を用いたことを特徴とする光学特性可変光学素子。

【 0 0 6 9 】

〔 6 6 〕 磁歪材料を用いたことを特徴とする光学特性可変ミラー。

【 0 0 7 0 】

〔 6 7 〕 磁歪材料を用いたことを特徴とする光学特性可変レンズ。

【 0 0 7 1 】

〔 6 8 〕 磁気力を用いたことを特徴とする可変ミラー。

【 0 0 7 2 】

〔 6 9 〕 強磁性体を有し、磁気力を用いたことを特徴とする可変ミラー。

【 0 0 7 3 】

〔 7 0 〕 保護用の透明部材を有することを特徴とする光学特性可変光学素子。

【 0 0 7 4 】

〔 7 1 〕 保護用の透明部材を可変ミラー又は可変焦点レンズの少なくとも片側の面近傍に有することを特徴とする光学特性可変光学素子。

【 0 0 7 5 】

〔 7 2 〕 フォトメカニカル効果を用いたことを特徴とする光学特性可変光学素子。

【 0 0 7 6 】

〔 7 3 〕 フォトメカニカル効果を用いたことを特徴とする可変焦点レンズ。

【 0 0 7 7 】

〔74〕 フォトメカニカル効果を用いたことを特徴とする可変ミラー。

【0078】

〔75〕 2種類以上の光源を有するフォトメカニカル効果を用いたことを特徴とする光学特性可変光学素子。

【0079】

〔76〕 電源を可変焦点光学素子と分離して設けたことを特徴とする可変焦点眼鏡。

【0080】

〔77〕 電磁波によって電力を供給することを特徴とする可変焦点眼鏡。

【0081】

〔78〕 送信アンテナと受信アンテナを有することを特徴とする上記77記載の可変焦点眼鏡。

【0082】

〔79〕 眼鏡フレームに受信アンテナを有することを特徴とする上記77記載の可変焦点眼鏡。

【0083】

〔80〕 電源を使用者の身の回りに置くことを特徴とする上記76又は77記載の可変焦点眼鏡。

【0084】

〔81〕 送信アンテナから出る電磁波が特定の方向に強く出ることとを特徴とする上記77記載の可変焦点眼鏡。

【0085】

〔82〕 マイクロ波を用いたことを特徴とする上記77記載の可変焦点眼鏡。

【0086】

〔83〕 タッチスイッチを有することを特徴とする可変焦点眼鏡。

【0087】

〔84〕 サイクリックのタッチスイッチを有することを特徴とする可変焦点眼鏡。

【0088】

〔85〕 角度センサーを有することを特徴とする可変焦点眼鏡。

【0089】

〔86〕 角度センサーの信号によって眼鏡の屈折力を変えることを特徴とする可変焦点眼鏡。

【0090】

〔87〕 ピント合わせを行う光学特性可変光学素子を有し、光学素子を動かすことでズーミングあるいは変倍を行うことを特徴とする光学系。

【0091】

〔88〕 ピント合わせを行う可変ミラーを有し、光学素子を動かすことでズーミングあるいは変倍を行うことを特徴とする光学系。

【0092】

〔89〕 ピント合わせを行う可変焦点レンズを有し、光学素子を動かすことでズーミングあるいは変倍を行うことを特徴とする光学系。

【0093】

〔90〕 撮像エリアの短辺方向が可変ミラーの光束入射面と略平行な可変ミラーを用いたことを特徴とする光学系。

【0094】

〔91〕 撮像エリアの短辺方向が可変ミラーの光束入射面に対して40°以内にある可変ミラーを用いたことを特徴とする光学系。

【0095】

〔92〕 光学特性可変光学素子の変化量を予め記憶装置に記録した値を物体距離、画角等に応じて参照して決定することを特徴とする光学特性可変光学素子の制御方法。

【0096】

〔93〕 可変ミラーの変形量を、予め記憶装置に記録した値を物体距離、画角等に応じて参照して決定することを特徴とする可変ミラーの制御方法。

【0097】

〔94〕 可変焦点レンズの変化量を、予め記憶装置に記録した値を物体距

離、画角等に応じて参照して決定することを特徴とする可変焦点レンズの制御方法。

【0098】

〔95〕 光学特性可変光学素子を有することを特徴とするリモコン。

【0099】

〔96〕 光学特性可変光学素子を有することを特徴とするコードレスのリモコン。

【0100】

〔97〕 広角特性可変光学素子を有することを特徴とする自動車。

【0101】

〔98〕 光学特性可変光学素子を有することを特徴とするビューファインダー。

【0102】

〔99〕 光学特性可変光学素子を有することを特徴とするビューファインダー型表示装置。

【0103】

〔100〕 ズーム機能を有することを特徴とする上記98又は99記載のビューファインダーあるいはビューファインダー型表示装置。

【0104】

〔101〕 光学特性可変光学素子を用いたことを特徴とする表示装置。

【0105】

〔102〕 光学特性可変光学素子を用いたことを特徴とするビデオプロジェクター。

【0106】

〔103〕 光学特性可変光学素子を用いたことを特徴とする信号処理装置。

【0107】

〔104〕 光学特性可変光学素子を用いたことを特徴とする観察装置。

【0108】

〔105〕 可変ミラーと対向する光学素子の面形状が曲面であることを特徴とする可変ミラー。

【0109】

〔106〕 可変ミラーと対向する光学素子の面形状が凹面であることを特徴とする可変ミラー。

【0110】

〔107〕 可変ミラーと対向する光学素子の面形状が凸面であることを特徴とする可変ミラー。

【0111】

〔108〕 透明部材と機械部材とで光学特性可変光学素子に対向する空間を閉鎖したことを特徴とする光学装置。

【0112】

〔109〕 透明部材と機械部材とで光学特性可変光学素子に対向する空間を密閉したことを特徴とする光学装置。

【0113】

〔110〕 空気の流通が可能な機械部材、あるいは透明部材を用いたことを特徴とする上記108記載の光学装置。

【0114】

〔111〕 光学特性可変光学素子が可変ミラーであることを特徴とする上記108から110の何れか1項記載の光学装置。

【0115】

〔112〕 光学特性可変光学素子が可変焦点レンズ又はプリズムであることを特徴とする上記108から110の何れか1項記載の光学装置。

【0116】

〔113〕 眼鏡レンズに受信アンテナを有し、電磁波によって電力を供給することを特徴とする可変焦点眼鏡。

【0117】

〔114〕 光学特性可変光学素子を有することを特徴とする光学装置。

【0118】

〔115〕 光学特性可変光学素子を有し、フォーカス、変倍、視野方向の変換を行うことを特徴とする光学装置。

【0119】

〔116〕 上記115の光学装置を備えたことを特徴とする車載用撮像装置。

【0120】

〔117〕 有機圧電材料又は圧電性を有する合成樹脂を用いたことを特徴とする可変ミラー。

【0121】

〔118〕 光学面の形をある使用状態から大きく変化させることで光量調節作用を有することを特徴とする光学特性可変光学素子。

【0122】

〔119〕 上記118の光学素子を備えたことを特徴とする撮像装置。

【0123】

〔120〕 異なる駆動方法を用いた光学特性可変光学素子を複数個有し、それらを異なる応答速度で使用することを特徴とする光学装置。

【0124】

〔121〕 自由曲面を有する光学素子2つ以上と、光学特性可変光学素子を有することを特徴とする光学系。

【0125】

〔122〕 動作のために電力を必要とすることを特徴とする光学特性可変光学素子。

【0126】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の光学装置の実施例について説明する。

【0127】

図1は、本発明の光学製品に用いられる静電気力を利用した1例の可変焦点レンズ62の構成と作用を説明するための図である。透明部材60が電圧により変形することでレンズの形が変わり可変焦点が実現できる。図1中、59は透明電

極、161は透明流体、163は透明基板、168は液溜であり、透明基板163と透明部材60を対向させてそれぞれの内面側に透明電極59を設け、その間に液溜168から透明流体161を充填し、透明電極59、59間に印加する電圧を変えることで透明部材60を変形させ、レンズ形状が変えられる。

【0128】

図2は、本発明の光学製品に用いられる透明圧電樹脂を用いた1例の可変焦点レンズ56の構成と作用を説明するための図である。圧電性のある柔らかい透明物質143の両面に透明電極59を張り付け、その間に電圧を加えることで透明物質143の圧電効果により変形して可変焦点が実現できる。透明電極59、59間に印加する電圧を変えることで透明物質143を変形させ、レンズ形状が変えられる。

【0129】

なお、図1の場合は静電気力を用いて可変焦点レンズ62の形状を変えているが、その代わりに電磁力を用いてもよく、下記の可変ミラーの例を参照されたい。

【0130】

次に、可変ミラーについて説明する。

【0131】

図3は、本発明の1例の光学装置の構成を示す図であり、光学特性可変ミラー9を用いたデジタルカメラのケプラー式ファインダーの例を示している。もちろん、銀塩フィルムカメラにも使える。まず、光学特性可変ミラー9について説明する。

【0132】

光学特性可変ミラー9は、アルミコーティングされた薄膜（反射面）9aと複数の電極9bからなる光学特性可変ミラー（以下、単に可変ミラーと言う。）であり、11は各電極9bにそれぞれ接続された複数の可変抵抗器、12は可変抵抗器11と電源スイッチ13を介して薄膜9aと電極9b間に接続された電源、14は複数の可変抵抗器11の抵抗値を制御するための演算装置、15、16及び17はそれぞれ演算装置14に接続された温度センサー、湿度センサー及び距

離センサーで、これらは図示のように配設されて1つの光学装置を構成している。

【0133】

なお、対物レンズ902、接眼レンズ901、及び、プリズム4、二等辺直角プリズム5、ミラー6及び可変ミラー9の各面は、平面でなくてもよく、球面、回転対称非球面の他、光軸に対して偏心した球面、平面、回転対称非球面、あるいは、対称面を有する非球面、対称面を1つだけ有する非球面、対称面のない非球面、自由曲面、微分不可能な点又は線を有する面等、いかなる形状をしていてもよく、さらに、反射面でも屈折面でも光に何らかの影響を与え得る面ならばよい。以下、これらの面を総称して拡張曲面という。

【0134】

また、薄膜9aは、例えば、P.Rai-choudhury 編、Handbook of Microlithography, Micromachining and Microfabrication, Volume 2: Micromachining and Microfabrication, P495, Fig. 8.58, SPIE PRESS 刊やOptics Communication, 140巻 (1997年) P187 ~ 190 に記載されているメンブレインミラーのように、複数の電極9bとの間に電圧が印加されると、静電気力により薄膜9aが変形してその面形状が変化するようになっており、これにより、観察者の視度に合わせたピント調整ができるだけでなく、さらに、レンズ901、902及び／又はプリズム4、二等辺直角プリズム5、ミラー6の温度や湿度変化による変形や屈折率の変化、あるいは、レンズ枠の伸縮や変形及び光学素子、枠等の部品の組立誤差による結像性能の低下が抑制され、常に適性にピント調整並びにピント調整で生じた収差の補正が行われ得る。

【0135】

電極9bの形は、例えば図5、図6のように、薄膜9aの変形のさせ方に応じて選ばばよい。

【0136】

本実施例によれば、物体からの光は、対物レンズ902及びプリズム4の各入射面と射出面で屈折され、可変ミラー9で反射され、プリズム4を透過して、二等辺直角プリズム5でさらに反射され（図3中、光路中の+印は、紙面の裏側へ

向かって光線が進むことを示している。) 、ミラー 6 で反射され、接眼レンズ 9 0 1 を介して眼に入射するようになっている。このように、レンズ 9 0 1、9 0 2、プリズム 4、5、及び、可変ミラー 9 によって、本実施例の光学装置の観察光学系を構成しており、これらの各光学素子の面形状と肉厚を最適化することにより、物体像の収差を最小にすることができるようになっている。

【0137】

すなわち、反射面としての薄膜 9 a の形状は、結像性能が最適になるように演算装置 1 4 からの信号により各可変抵抗器 1 1 の抵抗値を変化させることにより制御される。すなわち、演算装置 1 4 へ、温度センサー 1 5、湿度センサー 1 6 及び距離センサー 1 7 から周囲温度及び湿度並びに物体までの距離に応じた大きさの信号が入力され、演算装置 1 4 は、これらの入力信号に基づき周囲の温度及び湿度条件と物体までの距離による結像性能の低下を補償すべく、薄膜 9 a の形状が決定されるような電圧を電極 9 b に印加するように、可変抵抗器 1 1 の抵抗値を決定するための信号を出力する。このように、薄膜 9 a は電極 9 b に印加される電圧すなわち静電気力で変形させられるため、その形状は状況により非球面を含む様々な形状をとり、印加される電圧の極性を変えれば凸面とすることもできる。なお、距離センサー 1 7 はなくてもよく、その場合、固体撮像素子 8 からの像の信号の高周波成分が略最大になるように、デジタルカメラの撮像レンズ 3 を動かし、その位置から逆に物体距離を算出し、可変ミラーを変形させて観察者の眼にピントが合うようにすればよい。

【0138】

また、薄膜 9 a をポリイミド等の合成樹脂で製作すれば、低電圧でも大きな変形が可能であるので好都合である。なお、プリズム 4 と可変ミラー 9 を一体的に形成してユニット化することができるが、このユニットは本発明による光学装置の 1 例である。

【0139】

また、図示を省略したが、可変ミラー 9 の基板上に固体撮像素子 8 をリソグラフィプロセスにより一体的に形成してもよい。

【0140】

また、レンズ 9 0 1、9 0 2、プリズム 4、5、ミラー 6 は、プラスチックモールド等で形成することにより任意の所望形状の曲面を容易に形成することができ、製作も簡単である。なお、本実施例の撮像装置では、レンズ 9 0 1、9 0 2 がプリズム 4 から離れて形成されているが、レンズ 9 0 1、9 0 2 を設けることなく収差を除去することができるようにプリズム 4、5、ミラー 6、可変ミラー 9 を設計すれば、プリズム 4、5、可変ミラー 9 は 1 つの光学ブロックとなり、組立が容易となる。また、レンズ 9 0 1、9 0 2、プリズム 4、5、ミラー 6 の一部あるいは全部をガラスで作製してもよく、このように構成すれば、さらに精度の良い撮像装置が得られる。

【 0 1 4 1 】

なお、図 3 の例では、演算装置 1 4、温度センサー 1 5、湿度センサー 1 6、距離センサー 1 7 を設け、温湿度変化、物体距離の変化等も可変ミラー 9 で補償するようにしたが、そうではなくてもよい。つまり、演算装置 1 4、温度センサー 1 5、湿度センサー 1 6、距離センサー 1 7 を省き、観察者の視度変化のみを可変ミラー 9 で補正するようにしてもよい。

【 0 1 4 2 】

次に、可変ミラー 9 の構成について述べる。

【 0 1 4 3 】

図 4 は、可変ミラー 9 の別の実施例を示しており、この実施例では、薄膜 9 a と電極 9 b との間に電圧素子 9 c が介装されていて、これらが支持台 2 3 上に設けられている。そして、圧電素子 9 c に加わる電圧を各電極 9 b 毎に変えることにより、圧電素子 9 c に部分的に異なる伸縮を生じさせて、薄膜 9 a の形状を変えることができるようになっている。電極 9 b の形は、図 5 に示すように、同心分割であってもよいし、図 6 に示すように、矩形分割であってもよく、その他、適宜の形のものを選択することができる。図中、2 4 は演算装置 1 4 に接続された振れ（ブレ）センサーであって、例えばデジタルカメラの振れを検知し、振れによる像の乱れを補償するように薄膜 9 a を変形させるべく、演算装置 1 4 及び可変抵抗器 1 1 を介して電極 9 b に印加される電圧を変化させる。このとき、温度センサー 1 5、湿度センサー 1 6 及び距離センサー 1 7 からの信号も同時に考

慮され、ピント合わせ、温湿度補償等が行われる。この場合、薄膜 9 a には圧電素子 9 c の変形に伴う応力が加わるので、薄膜 9 a の厚さはある程度厚めに作られて相応の強度を持たせるようにするのがよい。

【 0 1 4 4 】

図 7 は、可変ミラー 9 のさらに他の実施例を示している。この実施例は、薄膜 9 a と電極 9 b の間に介置される圧電素子が逆方向の圧電特性を持つ材料で作られた 2 枚の圧電素子 9 c 及び 9 c' で構成されている点で、図 4 に示された実施例とは異なる。すなわち、圧電素子 9 c と 9 c' が強誘電性結晶で作られているとすれば、結晶軸の向きが互いに逆になるように配置される。この場合、圧電素子 9 c と 9 c' は電圧が印加されると逆方向に伸縮するので、薄膜 9 a を変形させる力が図 4 に示した実施例の場合よりも強くなり、結果的にミラー表面の形を大きく変えることができるという利点がある。

【 0 1 4 5 】

圧電素子 9 c、9 c' に用いる材料としては、例えばチタン酸バリウム、ロッシェル塩、水晶、電気石、リン酸二水素カリウム (KDP)、リン酸二水素アンモニウム (ADP)、ニオブ酸リチウム等の圧電物質、同物質の多結晶体、同物質の結晶、 $PbZrO_3$ と $PbTiO_3$ の固溶体の圧電セラミックス、二フッ化ポリビニール (PVDF) 等の有機圧電物質、上記以外の強誘電体等があり、特に有機圧電物質はヤング率が小さく、低電圧でも大きな変形が可能であるので、好ましい。なお、これらの圧電素子を利用する場合、厚さを不均一にすれば、上記実施例において薄膜 9 a の形状を適切に変形させることも可能である。

【 0 1 4 6 】

図 8 は、可変ミラー 9 のさらに他の実施例を示している。この変形例では、圧電素子 9 c が薄膜 9 a と電極 9 d とにより挟持され、薄膜 9 a と電極 9 d 間に演算装置 1 4 により制御される駆動回路 2 5 を介して電圧が印加されるようになっており、さらにこれとは別に、支持台 2 3 上に設けられた電極 9 b にも演算装置 1 4 により制御される駆動回路 2 5 を介して電圧が印加されるように構成されている。したがって、この実施例では、薄膜 9 a は電極 9 d との間に印加される電圧と電極 9 b に印加される電圧による静電気力とにより二重に変形され得、上記

実施例に示した何れのものよりもより多くの変形パターンが可能であり、かつ、応答性も速いという利点がある。

【 0 1 4 7 】

そして、薄膜 9 a と電極 9 d 間の電圧の符号を変えれば、可変ミラーを凸面にも凹面にも変形させることができる。大きな変形を圧電効果で行い、微細な形状変化を静電気力で行ってもよい。また、凸面の変形には圧電効果を主に用い、凹面の変形には静電気力を主に用いてもよい。

【 0 1 4 8 】

なお、電極 9 d は電極 9 b のように複数の電極から構成してもよい。この様子を図 8 に示した。なお、本明細書では、圧電効果と電歪効果、電歪、電歪効果を全てまとめて圧電効果と述べている。したがって、電歪材料も圧電材料に含まれるものとする。

【 0 1 4 9 】

また、圧電素子 9 c として電歪材料を用いる場合、圧電素子 9 c を変形可能な基板と電歪材料を一体化した構造にしてもよい。

【 0 1 5 0 】

図 9 は、可変ミラー 9 のさらに他の実施例を示している。この実施例は、電磁気力を利用して反射面の形状を変化させ得るようにしたもので、支持台 2 3 の内部底面上には永久磁石 2 6 が、頂面上には窒化シリコン又はポリイミド等からなる基板 9 e の周縁部が載置固定されており、基板 9 e の表面にはアルミニウム等の金属コートで作られた薄膜 9 a が付設されていて、可変ミラー 9 を構成している。基板 9 e の下面には複数のコイル 2 7 が配設されており、これらのコイル 2 7 はそれぞれ駆動回路 2 8 を介して演算装置 1 4 に接続されている。したがって、各センサー 1 5、1 6、1 7、2 4 からの信号によって演算装置 1 4 において求められる光学系の変化に対応した演算装置 1 4 からの出力信号により、各駆動回路 2 8 から各コイル 2 7 にそれぞれ適当な電流が供給されると、永久磁石 2 6 との間に働く電磁気力で各コイル 2 7 は反発又は吸着され、基板 9 e 及び薄膜 9 a を変形させる。

【 0 1 5 1 】

この場合、各コイル 27 にはそれぞれ異なる量の電流を流すようにすることもできる。また、コイル 27 は 1 個でもよいし、永久磁石 26 を基板 9e に付設しコイル 27 を支持台 23 の内部底面側に設けるようにしてもよい。また、コイル 27 はリソグラフィー等の手法で作るとよく、さらに、コイル 27 には強磁性体よりなる鉄心を入れるようにしてもよい。

【0152】

図 10 は、可変ミラー 9 のさらに他の実施例を示している。この実施例では、基板 9e の下面に薄膜コイル 28' が設けられ、これに対向して支持体 23 の内部底面上にコイル 27 が設けられている。そして、薄膜コイル 28' には必要に応じて適切な電流を供給するための可変抵抗器 11、電源 12 及び電源スイッチ 13 が接続されている。また、各コイル 27 にはそれぞれ可変抵抗器 11 が接続されており、さらに、各コイル 27 と可変抵抗器 11 に電流を供給するための電源 12 とコイル 27 に流す電流の方向を変えるための切換え兼電源開閉用のスイッチ 29 が設けられている。したがって、この実施例によれば、可変抵抗器 11 の抵抗値をそれぞれ変えることにより、各コイル 27 と薄膜コイル 28' との間に働く電磁気力を変化させ、基板 9e と薄膜 9a を変形させて、可動ミラーとして動作させることができる。また、スイッチ 29 を反転しコイル 27 に流れる電流の方向を変えることにより、薄膜 9a を凹面にも凸面にも変えることができる。

【0153】

この場合、薄膜コイル 28' の巻密度を、図 11 に示すように、場所によって変化させることにより、基板 9e 及び薄膜 9a に所望の変形を与えるようにすることもできる。また、図 12 に示すように、コイル 27 は 1 個でもよいし、また、これらのコイル 27 には強磁性よりなる鉄心を挿入してよい。また、支持台 23 により形成される空間内へ磁性流体を充填すれば、電磁気力はさらに強くなる。

【0154】

図 13 は、可変ミラー 9 のさらに他の実施例を示している。この実施例では、基板 9e は鉄等の強磁性体で作られており、反射膜としての薄膜 9a はアルミニ

ウム等からなっている。この場合、薄膜コイルを設けなくてもすむから、例えば図 1 0 に示した実施例に比べると、構造が簡単で、製造コストを低減することができる。また、電源スイッチ 1 3 を切換え兼電源開閉用スイッチ 2 9 (図 1 0 参照) に置換すれば、コイル 2 7 に流れる電流の方向を変えることができ、基板 9 e 及び薄膜 9 a の形状を自由に変えることができる。図 1 4 はこの実施例におけるコイル 2 7 の配置を示し、図 1 5 はコイル 2 7 の他の配置例を示しているが、これらの配置は、図 9 及び図 1 0 に示した実施例にも適用することができる。なお、図 1 6 は、図 9 に示した実施例において、コイル 2 7 の配置を図 1 5 に示したようにした場合に適する永久磁石 2 6 の配置を示している。すなわち、図 1 6 に示すように、永久磁石 2 6 を放射状に配置すれば、図 9 に示した実施例に比べて、微妙な変形を基板 9 e 及び薄膜 9 a に与えることができる。また、このように電磁気力を用いて基板 9 e 及び薄膜 9 a を変形させる場合 (図 9、図 1 0 及び図 1 3 の実施例) は、静電気力を用いた場合よりも低電圧で駆動できるという利点がある。

【 0 1 5 5 】

以上、いくつかの可変ミラーの例を述べたが、ミラーの形を変形させるのに、図 8 の例に示すように、2 種類以上の力を用いてもよい。つまり、静電気力、電磁力、圧電効果、磁歪、流体の圧力、電場、磁場、温度変化、電磁波等の中から 2 つ以上を同時に用いて可変ミラーを変形させてもよい。つまり、2 つ以上の異なる駆動方法を用いて光学特性可変光学素子を作れば、大きな変形と微細な変形を同時に実現でき、精度の良い鏡面が実現できる。そして、この考え方は、以下に述べる可変焦点レンズの場合にも適用できる。

【 0 1 5 6 】

図 1 7 は、本発明のさらに別の 1 例の構成を示す図であり、可変焦点レンズ 1 4 0 を用いた撮像ユニット 1 4 1 の例である。凸レンズ 1 0 2 と可変焦点レンズ 1 4 0 とで撮像レンズを形成している。そして、固体撮像素子 8 と合わせて撮像ユニットとなっている。

【 0 1 5 7 】

可変焦点レンズ 1 4 0 は、透明部材 1 4 2 と圧電性のある合成樹脂等の柔らか

い透明物質 1 4 3 とで光を透過する流体あるいはゼリー状物質 1 4 4 を挟んでできている。流体あるいはゼリー状物質 1 4 4 としては、シリコンオイル、弾性ゴム、ゼリー、水等を用いることができる。

【 0 1 5 8 】

柔らかい透明物質 1 4 3 の両面には透明電極 1 4 5 が設けられており、電子回路 1 0 3 から所定の電圧を加えることで柔らかい透明物質 1 4 3 の圧電効果により透明物質 1 4 3 が変形し、可変焦点レンズ 1 4 0 の焦点距離が変わる。したがって、物体距離が変わった場合でも、光学系をモーター等で動かすことなくフォーカスができ、小型、軽量、消費電力が少ない点で優れてたものとなっている。なお、図 1 7 中、符号 1 4 6 は流体あるいはゼリー状物質 1 4 4 を溜めるためのシリンダーである。なお、圧電性の柔らかい透明物質 1 4 3 の材質としては、ポリウレタン、シリコンゴム、アクリルエラストマー、P Z T、P L Z T、ポリフッ化ビニリデン（P V D F）等の高分子圧電体、シアン化ビニリデン共重合体、ビニリデンフルオライドとトリフルオロエチレンの共重合体等が用いられる。

【 0 1 5 9 】

なお、柔らかい透明物質 1 4 3 に電歪材料、例えばアクリルエラストマー、シリコンゴム等を用いる場合には、透明物質 1 4 3 を透明基板と電歪材料を張り合わせた構造にしてもよい。

【 0 1 6 0 】

圧電性を有する有機材料、圧電性を有する合成樹脂、圧電性を示すエラストマー等を用いると、可変焦点レンズ面の大きな変形が実現できてよい。なお、可変焦点レンズ 1 4 0 には、透明な圧電材料を用いるのが当然よい。

【 0 1 6 1 】

また、これらの材料は圧電効果を用いた可変ミラーに用いてもよい。大変形の可変ミラーが実現できる。

【 0 1 6 2 】

なお、図 1 7 の例で、シリンダー 1 4 6 の代わりに、図 1 8（a）に示すように、シリンダー 1 4 6 を省略した構造にしてもよい。この場合に、支持部材 1 4 7 は圧電性の柔らかい透明物質 1 4 3 のある周辺部分を固定しており、透明物質

143に電圧をかけることで、図18(b)に示すように透明物質143が変形しても、可変焦点レンズ140の体積が変わらぬよう変形するので、シリンダー146が不要になるのである。ここで、符号148は変形可能な部材で、弾性体、アコーディオン状の合成樹脂又は金属等でできている。

【0163】

電子回路103には昇圧回路を含めてもよい。昇圧回路には圧電トランス等を用いると、小型でよい。昇圧回路は本発明の光学特性可変素子の全てに用いてもよい。

【0164】

図17、図18の例では、電圧を逆に印加すると、圧電性の柔らかい透明物質143は逆向きに変形するので、凹レンズにすることも可能である。

【0165】

図19は可変焦点レンズの別の1例を示す図で、マイクロポンプ160で流体161を出し入れし、レンズ面を変形させる可変焦点レンズ162の例である。マイクロポンプ160は、例えばマイクロマシンの技術で作られた小型のポンプで電力で動く。流体161が透明基板163と弾性体164の間に挟まれている。符号165は、弾性体164を保護するための透明基板であり、省いてもよい。マイクロマシンの技術で作られたポンプ160の例としては、熱変形を利用したもの、圧電材料を用いたもの、静電気力を用いたもの等がある。透明基板165はレンズでもよい。なお、図中、符号400はスペーサである。

【0166】

図20はマイクロポンプ180の1例の構成を示す図である。振動板181は静電気力、圧電効果等で電気力により振動する。図20は静電気力で振動する例で、符号182、183は電極である。点線は変形したときの振動板181を示している。振動板181の振動に伴い、2つの弁184、185が開閉し、流体161を図の右から左へ送る。例えば、マイクロポンプ180を2つ図19のように用いればよい(図19ではマイクロポンプ160が対応する。)。

【0167】

流体ポンプ180を用いた可変ミラー188の1例を図21に示す。反射膜1

8 9 は流体 1 6 1 の量に応じて、凹凸に変形し、可変ミラーとなる。

【 0 1 6 8 】

図 2 2 は圧電効果で変形する可変焦点レンズ 1 9 0 の例で、2 つの可変焦点レンズ 1 9 0 A、1 9 0 B からなる。流体 1 6 1 は可変焦点レンズ 1 9 0 A、1 9 0 B の間を行ったり来たりするように、パイプ等の流路で繋がれており、さらに、可変焦点レンズ 1 9 0 A、1 9 0 B の弾性体 1 6 4 の変形が逆になるように、異符号の電圧がそれぞれ加わるようになっている。このため、液溜 1 6 8 が不要になる点で優れている。

【 0 1 6 9 】

図 2 2 のような可変焦点レンズ 1 9 0 は、2 個の可変焦点レンズ 1 9 0 A、1 9 0 B が同時に実現でき、ズームレンズ、広いフォーカス範囲を望む光学系、変倍光学等に用いるとよい。図 2 2 では、固体撮像素子 8 と組み合わせたズーム撮像系（デジタルカメラ、カムコーダ用）の例を示した。もちろん、圧電効果でなく、例えば静電気力、電磁力等で可変焦点レンズ 1 9 0 A、1 9 0 B を駆動するようにしてもよく、あるいは、一方の駆動方式のみを異ならせてもよい。あるいは、弾性体 1 6 4 の表面に反射膜を設けて、2 つの可変ミラーを作ってもよいし、一方が可変ミラー、もう一方が可変焦点レンズとなるようにしてもよい。

【 0 1 7 0 】

同様の用途に用いられる流体 1 6 1 を複数の光学特性可変光学素子で共有するという考え方が本実施例の基本思想であり、3 つ以上の光学特性可変素子でも適用できる。流体の代わりに、図 1 7 の例と同様に、ゼリー状物質を用いてもよい。

【 0 1 7 1 】

ところで、静電気力、圧電効果を用いた可変ミラー、可変焦点レンズ等では、駆動用に高電圧が必要になる場合がある。この場合、昇圧用のトランス、あるいは、圧電トランス等を用いるとよい。特に、積層型圧電トランスを用いると、小型にできてよい。

【 0 1 7 2 】

図 2 3 は光学特性可変光学素子の 1 例を示す図で、磁歪材料を用いた可変ミラ

ー 1 9 5 の例である。磁歪材料からなる膜 1 9 6 は、その上に反射膜 1 9 7（例えばアルミニウム）が設けられ、コイル 1 9 8 に電流を流すことで磁場が係り変形する。電流の向きを変えることで、凹面にも凸面にも変形させることができる。この構成は高電圧を必要としないメリットがある。複数のコイル 1 9 8 を設け、それらに加わる電流を変えることで様々な形に変形させることもできる。磁歪材料としては、コバルト、ニッケル、アルフェロ合金、ガドリミウム、鉄－アルミニウム合金、鉄－シリコン合金、ニッケル－クロム合金、ニッケル－バナジウム合金、鉄－コバルト合金、ニッケル－コバルト合金、スピネル型のフェライト、ガーネット型のフェライト、超磁歪合金等を用いるとよい。なお、磁歪材料からなる膜 1 9 6 を強磁性体で作り、コイル 1 9 8 との磁気力で膜 1 9 6 を変形させるようにしてもよい。強磁性体としては、鉄、コバルト等がある。なお、図 2 3 中、符号 1 6 5 は可変ミラー 1 9 5 保護用の透明部材であり、特に反射膜 1 9 7 の表面を守る効果がある。なお、透明部材 1 6 5 はレンズでもよい。

【 0 1 7 3 】

図 2 4 は光学特性可変光学素子の 1 例を示す図で、圧電材料 2 0 0 を用いた可変焦点レンズ 2 0 1 の例である。圧電材料 2 0 0 としては、透明物質 1 4 3 と同様の材料が用いられる。透明で柔らかい基板 2 0 2 の上に圧電材料 2 0 0 が設けられている。基板 2 0 2 としては、合成樹脂、有機材料が望ましい。透明電極 5 9 を介して電圧を圧電材料 2 0 0 に加えることで圧電材料 2 0 0 は変形し、図 2 4 では凸レンズ作用を有する。基板 2 0 2 の形を予め凸に形成しておき、かつ、2 つの透明電極 5 9 の中少なくとも一方の大きさを基板 2 0 2 と異ならせおくと、つまり、例えば図 2 5 のように基板 2 0 2 より透明電極 5 9 を小さくしておくと、電圧を切ったとき、あるいは電圧を下げたとき、図 2 5 のように透明電極 5 9 のある部分だけが凹に形を変え、凹レンズ作用を持つようになり、可変焦点レンズとして動作する。このとき、流体 1 6 1 の体積は変化しないように基板 2 0 2 は変形するので、液溜 1 6 8 が不要であるメリットがある。この例では、流体 1 6 1 を保持する基板 2 0 2 の一部分を圧電材料 2 0 0 で変形させ、液溜 1 6 8 が不要としたところが大きなメリットである。

【 0 1 7 4 】

なお、図 1、図 2、図 1 7、図 1 9 の例にも言えることであるが、透明部材 1 4 2、透明基板 1 6 3 はレンズとしてもよい。平行平板でもよい。

【 0 1 7 5 】

図 2 6 は光学特性可変素子の 1 例を示す図で、圧電材料からなる 2 枚の薄膜 2 0 0 A、2 0 0 B を用いた可変焦点レンズの例である。薄膜 2 0 0 A と 2 0 0 B の材料の方向性を反転させることで変形量を大きくし、大きな可変焦点範囲が得られるメリットがある。符号 2 0 4 はレンズ形状の透明基板であり、この例でも、図の右側の透明電極 5 9 は基板 2 0 2 より小さく形成されている。なお、基板 2 0 2、圧電材料 2 0 0、2 0 0 A、2 0 0 B の厚さを不均一にして、電圧をかけたときの変形の仕方をコントロールするようにしてもよい。そうすると、レンズの収差補正等もでき、有利である。

【 0 1 7 6 】

図 2 7 は可変焦点レンズの 1 例を示す図で、電歪材料 2 0 6、例えばシリコンゴム、アクリルエラストマー等を用いた可変焦点レンズ 2 0 7 である。電圧が低いときには、図 2 7 のように凸レンズとして働き、電圧を上げると図 2 8 のように電歪材料 2 0 6 が図の上下方向に伸び、左右方向に縮むので、焦点距離が伸びる。したがって、可変焦点レンズとして動作する。この例の場合は、大電流を必要としないので、消費電力が小さいメリットがある。

【 0 1 7 7 】

図 2 9 は光学特性可変光学素子の 1 例を示す図で、フォトメカニカル効果を用いた可変焦点レンズ 2 1 4 の例である。透明弾性体 2 0 8、2 0 9 でアゾベンゼン 2 1 0 が挟まれており、透明なスペーサー 2 1 1 を経て紫外光がアゾベンゼン 2 1 0 には照射される。符号 2 1 2、2 1 3 はそれぞれ中心波長 λ_1 、 λ_2 の紫外光源で、例えば、紫外 LED、紫外半導体レーザーからなる。 λ_1 の紫外光が、図 3 0 (A) のトランス型のアゾベンゼンに照射されると、図 3 0 (B) のシス型に変化し、アゾベンゼン 2 1 0 の体積は小さくなる。したがって、可変焦点レンズ 2 1 4 の形状は薄くなり、凸レンズ作用が減少する。また、 λ_2 の紫外光がシス型のアゾベンゼン 2 1 0 に照射されると、アゾベンゼン 2 1 0 はシス型からトランス型に変わり、アゾベンゼン 2 1 0 の体積は増え、凸レンズ作用が増す

。このようにして、可変焦点レンズ 2 1 4 は可変焦点レンズとして作用する。透明弾性体 2 0 8、2 0 9 の空気との境界面で紫外光は全反射するので、外に光が漏れず効率が良い。

【0 1 7 8】

次に、以上のような光学特性可変光学素子を用いた光学装置の実施例を示す。

【0 1 7 9】

図 3 1 は、可変焦点レンズ 3 0 1 を用いた可変焦点眼鏡 3 0 2 の例である。可変焦点レンズ 3 0 1 としては、すでに述べた図 1 の可変焦点レンズ 6 2、図 2 の可変焦点レンズ 5 6、図 1 7 の可変焦点レンズ 1 4 0、図 1 9 の可変焦点レンズ 1 6 2 等の他、液晶を用いた可変焦点レンズ等も用いることができる。

【0 1 8 0】

従来、このような可変焦点眼鏡では、電源供給のためにコードが必要で邪魔になることが多かった。この点に鑑みるに、本発明では無線により電力をコードなしで供給し、使い勝手を向上させている。その電力の供給方法を説明すると、図 3 2 に示すように電磁波を用いる。使用者は、電力送信ユニット 3 0 3 を首にかける等で身に着けている。電力送信ユニット 3 0 3 は衣服のポケット等に入れてもよく、使用者の身の回り（例えば机の上）等に置いてもよい。電力送信ユニット 3 0 3 では、電源 3 0 4（例えば電池）で発信回路 3 0 5 を動かし、送信アンテナ 3 0 6 から可変焦点眼鏡 3 0 2 に向かって電磁波を出す。可変焦点眼鏡 3 0 2 には受信アンテナ 3 0 7 が眼鏡のフレーム 3 0 8 に設けてあり、電力送信ユニット 3 0 3 から送られた電磁波を受ける。これを例えば昇圧して、整流することによって、可変焦点レンズ 1 4 0、5 6 等を駆動することができる。可変焦点レンズ 1 6 2 等を用いる場合は必ずしも整流しなくてもよい。

【0 1 8 1】

なお、受信アンテナ 3 0 7 を透明な導電材料で作し、可変焦点レンズ 3 0 1 に受信アンテナ 3 0 7 を設けてもよい。あるいは、導体で作った受信アンテナ 3 0 7 を可変焦点レンズ 3 0 1 の周辺又は一部分に配置してもよい。

【0 1 8 2】

また、電力送信ユニット 3 0 3 あるいは電源 3 0 4 は、他の機器、例えば携帯

電話、ポータブルオーディオ装置、ノートパソコン等と兼用でもよい。電磁波としてはマイクロ波を用いると電送効率が良い。また、送信アンテナ 3 0 6 から出る電磁波は、特定の方向に向かって強くビーム 3 0 9 状に放射するようにするとよい。こうすると、無駄なエネルギー消費がなく、他の電子機器への影響も少ないからである。図 3 2 に示すように上方向に向かって強く放射されるとよい。

【 0 1 8 3 】

また、符号 3 1 4 はタッチスイッチで、指等で軽く触れるだけで、可変焦点レンズ 3 0 1 の屈折力を切り換えること、あるいは、電気の ON、OFF が可能となっている。タッチスイッチ 3 1 4 はサイクリック式にしておくと、触れる回数を変えるだけで、例えばピントの合う距離を近点→中点→遠点→近点→中点→遠点、あるいは、近点→遠点→近点→遠点…と切り換えることができ便利である。

【 0 1 8 4 】

また、符号 3 1 6 はジャイロ等による角度センサーで、例えば使用者が下を向いたときは近点に、上方又は水平方向を向いたときは遠点に可変焦点眼鏡 3 0 2 のピントを合わせるようにすれば、オートフォーカス類似の制御ができ、便利である。

【 0 1 8 5 】

図 3 3 は可変焦点レンズ 2 0 7 を用いた可変焦点眼鏡 3 0 2 の例を示す図で、透明基板又はレンズ 3 1 0、3 1 1 で可変焦点レンズ 2 0 7 を挟んで保護すると共に、可変焦点レンズ 2 0 7 の一部を透明基板又はレンズ 3 1 0 に固定してある。このようにすることで、電歪材料 2 0 6 (図 2 7) の伸縮を妨げることなく可変焦点レンズ 2 0 7 を固定することができる。

【 0 1 8 6 】

図 3 4 は本発明の 1 例を示す図で、可変ミラー 3 2 0 を用いたズームデジタルカメラ用光学系 3 2 1 である。凹レンズよりなるレンズ群 3 2 2 は固定されているが、レンズ群 3 2 3、レンズ群 3 2 4 は可動でズーミングのために矢印のように光軸方向に可動となっている。一方、可変ミラー 3 2 0 はピント合わせ用に作動し、応答が速いので、コントラスト検出方式のオートフォーカスに用いられる。コントラスト検出方式のオートフォーカスとは、ピントをずらしつつ撮像した

画像の高周波成分を調べ、高周波成分が最大となった位置をもって合焦状態とする方式である。ズーミングを使用者が手で行えばモータが不要になり、消費電力の少ないオートフォーカス付きズームデジタルカメラが得られる。なお、図中、符号 3 2 5 は絞りである。

【 0 1 8 7 】

ズームデジタルカメラ用光学系 3 2 1 は、TVカメラ、カムコーダ等、他の電子撮像系にも用いることができる。可変ミラーとしては本願で述べた全ての可変ミラーを用いることができるが、特に、静電気力、電磁力、圧電効果、磁歪を用いたものは応答が速くてよい。

【 0 1 8 8 】

図 3 4 の例で、固体撮像素子 8 は長方形の撮像エリアの短辺が図 3 4 の上下方向となるように配置するのがよい。これは、像高が小さいため、可変ミラー 3 2 0 で発生する収差の非対称成分が小さくなるからである。つまり、撮像エリアの短辺方向（長方形に限らず楕円、多角形でもよい）が、可変ミラーの光軸入射面に対して略平行、より正確には 40° 以内であればよい。

【 0 1 8 9 】

また、可変ミラー、可変焦点レンズ等を光学系のピント合わせ、ズーミング等に用いる場合、それらの変形量あるいは焦点距離変化量、収差の補正量等は、物体距離、ズーム時の画角等に対応してルックアップテーブル等でメモリーに記憶させておくのが簡単でよい。物体距離あるいは画角が変化するときルックアップテーブルを参照し、可変焦点レンズ、可変ミラーを所定の焦点距離の形に変化させればよい。

【 0 1 9 0 】

図 3 5 は本発明の 1 例を示す図で、図 3 4 の可変ミラーの代わりに、可変焦点レンズ 3 2 6 を用いたズーム光学系 3 2 7 である。可変焦点レンズ 3 2 6 はフォーカス用に用いられ、ズーミングはレンズ群 3 2 3、3 2 4 を手で動かして行う。その用途、効果は図 3 4 の例と略同じであるが、光学系が一直線上に並んでいるため、光学製品の機械設計がしやすいメリットをさらに有する。可変焦点レンズ 3 2 6 としては、本願で述べた全ての可変焦点レンズの他、液晶を用いた可変

焦点レンズ等も利用可能である。また、レンズ群 3 2 3、3 2 4 は手で動かす代わりに、モータ、ソレノイド等で動かしてもよい。

【0 1 9 1】

図 3 6 は本発明の 1 例を示す図で、異なる駆動方法で動く 2 つの光学特性可変光学素子（ここでは、可変ミラー）2 2 0、2 2 1 を用いた車載用テレビカメラ 2 2 2（自動車に搭載する TV カメラ）の例である。図中、符号 2 2 3 は TV モニター、2 2 4 は電子回路、2 2 7 は絞りで、2 つの自由曲面プリズム 2 2 5、2 2 6 と 2 つの光学特性可変光学素子 2 2 0、2 2 1 とで可変画角、かつ、オートフォーカスの光学系を形成している。光学特性可変光学素子 2 2 0 は静電気で駆動されるので応答が速く、オートフォーカスを行い、一方、光学特性可変光学素子 2 2 1 は応答は遅いが変形量が大きいのので、画角を可変するのにあるいは視野方向を変化させるのに用いられる。このように異なる駆動方法の光学特性可変素子を異なる機能で用いることで、より便利な光学装置が実現できる。可変ミラー 2 2 1 は流体で駆動される可変ミラーである。

【0 1 9 2】

可変ミラー 2 2 0、2 2 1 とそれらに対向する光学素子（ここでは、自由曲面プリズム）2 2 5、2 2 6 の面は凹面となっており、このようにすることで、可変ミラー 2 2 0、2 2 1 に入射する光線の入射角を小さくすることができ、収差補正上有利である。図 3 6 中、符号 1 4 5 は透明電極で、自由曲面プリズム 2 2 5 の凹面に透明電極 1 4 5 を形成することで、反射膜 2 2 8 を強い凸面に変形させることもでき有利である。このような透明導電部材、例えば透明電極の設定法は、電磁力、磁歪、圧電効果等を用いたミラーでも利用できる。

【0 1 9 3】

図 3 7 はテレビカメラ 2 2 2 を自動車 2 3 0 に積んだ図で、自動車 2 3 0 の後車監視用の TV カメラ、あるいは、ダッシュボード 2 3 1 近くに積んで自動車テレビ電話として使用した例である。車載用テレビカメラ 2 2 2 はカーナビゲーション、カーオーディオ装置に積んでもよい。

【0 1 9 4】

図 3 8 は BS デジタル TV、あるいは、地上波デジタル TV、あるいは、ケー

ブルTV等のテレビ232のリモコン233にテレビカメラ222を積んだ例で、例えば使用者の顔の画像をデジタルTVの双方向通信を使って送ることもでき、便利である。テレビカメラ222はステレオのリモコン、ゲームマシンのリモコン等コードレスのリモコンに用いると低消費電力なのでよい。

【0195】

図39は可変ミラー801、802を用いたビューファインダー型表示装置803の例を示す図である。2枚の可変ミラー801、802を用いているので、レンズを動かすことなくズーミング、視度調整、変倍等ができ、便利である。図中、符号804はレンズ、805は表示デバイス（液晶表示素子、有機EL等）、806はバックライト、807は電子回路、808はノート型パソコン、809はスクリーン、814はビューファインダー型表示装置の窓である。なお、可変ミラー801又は802の代わりに、可変焦点レンズ810を配置してもよく、少なくとも2つ以上の光学特性可変光学素子があれば、ズーミング、視度調整、変倍が実現できる。なお、可変ミラー801、802、可変焦点レンズ810としては、本発明の他の実施例、上記の説明で述べられた可変ミラー、可変焦点レンズ等が利用できる。

【0196】

上記のようなビューファインダー型表示装置803は、図40に示すように、PDA（携帯情報端末）815、携帯電話、ポータブルパソコン、HMD（ヘッドマウンテッドディスプレイ）等に用いることができる。ビューファインダー型表示装置803を、デジタルカメラ、VTRカメラ等のビューファインダーに用いてもよい。図37、図38の例共に、テレビカメラ222以外に、ズームデジタルカメラ用光学系321（図34）、ズーム光学系327（図35）、可変焦点レンズ190（図22）、撮像ユニット141（図17）等の例も用いることができるのは言うまでもない。

【0197】

なお、本願で圧電効果という用語を用いたが、圧電効果には電歪効果も含めるものとする。

【0198】

圧電材料についても同様で、電歪材料を含むものとする。

【 0 1 9 9 】

本発明で述べた光学特性可変素子を用いた撮像装置は、以下の物に設けると、低消費電力、ショックに強い、小型軽量等のメリットがあるので良い。

【 0 2 0 0 】

自動車のダッシュボード、自動車のインパネ、W-CDMA (IMT-2000) (次世代携帯電話)、DVD、CD、MD等のプレーヤー、DVD、CD、MD等のポータブルプレーヤー、カーオーディオの操作パネル、カーナビゲーション装置、眼鏡、可変焦点眼鏡、HMD (ヘッドマウンテッドディスプレイ)、TV、HD-TV、BSデジタルTV、ノートパソコン、パソコン、マウス、キーボード、PDA、液晶モニター、ホームシアター、ゲームマシン、ヘッドフォンステレオ、オーディオ、ステレオのアンプ、チューナー、カセットデッキ、DVD、CD用等のリモコン、スピーカー、自転車、自動車、バス、オートバイ、スクーター、ヘルメット、電車、列車、飛行機、船、等。

【 0 2 0 1 】

なお、光学特性可変光学素子を有しない撮像装置を、上記製品に設けてもよい。別個にTVカメラ、デジタルカメラ等を用いるよりは便利だからである。

【 0 2 0 2 】

最後に本発明で用いる用語の定義を述べておく。

【 0 2 0 3 】

光学装置とは、光学系あるいは光学素子を含む装置のことである。光学装置単独で機能しなくてもよい。つまり、装置の一部でもよい。

【 0 2 0 4 】

光学装置には、撮像装置、観察装置、表示装置、照明装置、信号処理装置等が含まれる。

【 0 2 0 5 】

撮像装置の例としては、フィルムカメラ、デジタルカメラ、ロボットの眼、レンズ交換式デジタル一眼レフカメラ、テレビカメラ、動画記録装置、電子動画記録装置、カムコーダ、VTRカメラ、電子内視鏡等がある。

【 0 2 0 6 】

観察装置の例としては、顕微鏡、望遠鏡、眼鏡、双眼鏡、ルーペ、ファイバースコープ、ファインダー、ビューファインダー等がある。

【 0 2 0 7 】

表示装置の例としては、液晶ディスプレイ、ビューファインダー、ゲームマシン（ソニー社 プレイステーション）、ビデオプロジェクター、液晶プロジェクター、頭部装着型画像表示装置（head mounted display: HMD）、PDA（携帯情報端末）、携帯電話等がある。

【 0 2 0 8 】

照明装置の例としては、カメラのストロボ、自動車のヘッドライト、内視鏡光源、顕微鏡光源等がある。

【 0 2 0 9 】

信号処理装置の例としては、携帯電話、パソコン、光ディスクの読取・書込装置、光計算機の演算装置等がある。

【 0 2 1 0 】

撮像素子は、例えば、CCD、撮像管、固体撮像素子、写真フィルム等を指す。また、平行平面板はプリズムの1つに含まれるものとする。観察者の変化には、視度の変化を含むものとする。被写体の変化には、被写体となる物体距離の変化、物体の移動、物体の動き、振動、物体のぶれ等を含むものとする。

【 0 2 1 1 】

なお、デジタルカメラ、デジカメ、テレビカメラ、VTRカメラ、動画記録カメラ等は、何れも電子撮像装置の1例である。

【 0 2 1 2 】

拡張曲面の定義は以下の通りである。

【 0 2 1 3 】

球面、平面、回転対称非球面の他、光軸に対して偏心した球面、平面、回転対称非球面、あるいは、対称面を有する非球面、対称面を1つだけ有する非球面、対称面のない非球面、自由曲面、微分不可能な点、線を有する面等、いかなる形をしていてもよい。反射面でも、屈折面でも、光に何らかの影響を与え得る面な

らばよい。本発明では、これらを総称して拡張曲面と呼ぶことにする。

【0 2 1 4】

本発明で使用する自由曲面とは、以下の式で定義されるものである。この定義式のZ軸が自由曲面の軸となる。

【0 2 1 5】

$$Z = c r^2 / [1 + \sqrt{\{1 - (1 + k) c^2 r^2\}}] + \sum_{j=2}^{66} C_j X^m Y^n \quad \dots (a)$$

ここで、(a) 式の第1項は球面項、第2項は自由曲面項である。

【0 2 1 6】

球面項中、

c : 頂点の曲率

k : コーニック定数 (円錐定数)

$r = \sqrt{(X^2 + Y^2)}$

である。

【0 2 1 7】

自由曲面項は、

$$\begin{aligned} & \sum_{j=2}^{66} C_j X^m Y^n \\ &= C_2 X + C_3 Y \\ &+ C_4 X^2 + C_5 X Y + C_6 Y^2 \\ &+ C_7 X^3 + C_8 X^2 Y + C_9 X Y^2 + C_{10} Y^3 \\ &+ C_{11} X^4 + C_{12} X^3 Y + C_{13} X^2 Y^2 + C_{14} X Y^3 + C_{15} Y^4 \\ &+ C_{16} X^5 + C_{17} X^4 Y + C_{18} X^3 Y^2 + C_{19} X^2 Y^3 + C_{20} X Y^4 \\ &+ C_{21} Y^5 \\ &+ C_{22} X^6 + C_{23} X^5 Y + C_{24} X^4 Y^2 + C_{25} X^3 Y^3 + C_{26} X^2 Y^4 \\ &+ C_{27} X Y^5 + C_{28} Y^6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& +C_{29}X^7 + C_{30}X^6 Y + C_{31}X^5 Y^2 + C_{32}X^4 Y^3 + C_{33}X^3 Y^4 \\
& \quad + C_{34}X^2 Y^5 + C_{35}XY^6 + C_{36}Y^7 \\
& \quad \dots\dots\dots
\end{aligned}$$

ただし、 C_j (j は 2 以上の整数) は係数である。

【0218】

上記自由曲面は、一般的には、 $X-Z$ 面、 $Y-Z$ 面共に対称面を持つことはないが、 X の奇数次項を全て 0 にすることによって、 $Y-Z$ 面と平行な対称面が 1 つだけ存在する自由曲面となる。また、 Y の奇数次項を全て 0 にすることによって、 $X-Z$ 面と平行な対称面が 1 つだけ存在する自由曲面となる。

【0219】

また、上記の回転非対称な曲面形状の面である自由曲面の他の定義式として、Zernike 多項式により定義できる。この面の形状は以下の式 (b) により定義する。その定義式 (b) の Z 軸が Zernike 多項式の軸となる。回転非対称面の定義は、 $X-Y$ 面に対する Z の軸の高さの極座標で定義され、 A は $X-Y$ 面内の Z 軸からの距離、 R は Z 軸回りの方位角で、 Z 軸から測った回転角で表せられる。

【0220】

$$x = R \times \cos(A)$$

$$y = R \times \sin(A)$$

$$Z = D_2$$

$$+ D_3 R \cos(A) + D_4 R \sin(A)$$

$$+ D_5 R^2 \cos(2A) + D_6 (R^2 - 1) + D_7 R^2 \sin(2A)$$

$$+ D_8 R^3 \cos(3A) + D_9 (3R^3 - 2R) \cos(A)$$

$$+ D_{10} (3R^3 - 2R) \sin(A) + D_{11} R^3 \sin(3A)$$

$$+ D_{12} R^4 \cos(4A) + D_{13} (4R^4 - 3R^2) \cos(2A)$$

$$+ D_{14} (6R^4 - 6R^2 + 1) + D_{15} (4R^4 - 3R^2) \sin(2A)$$

$$+ D_{16} R^4 \sin(4A)$$

$$+ D_{17} R^5 \cos(5A) + D_{18} (5R^5 - 4R^3) \cos(3A)$$

$$+ D_{19} (10R^5 - 12R^3 + 3R) \cos(A)$$

$$\begin{aligned}
& + D_{20} (10R^5 - 12R^3 + 3R) \sin(A) \\
& + D_{21} (5R^5 - 4R^3) \sin(3A) + D_{22} R^5 \sin(5A) \\
& + D_{23} R^6 \cos(6A) + D_{24} (6R^6 - 5R^4) \cos(4A) \\
& + D_{25} (15R^6 - 20R^4 + 6R^2) \cos(2A) \\
& + D_{26} (20R^6 - 30R^4 + 12R^2 - 1) \\
& + D_{27} (15R^6 - 20R^4 + 6R^2) \sin(2A) \\
& + D_{28} (6R^6 - 5R^4) \sin(4A) + D_{29} R^6 \sin(6A) \cdots \cdots \\
& \cdots \cdots (b)
\end{aligned}$$

ただし、 D_m (m は2以上の整数)は係数である。なお、X軸方向に対称な光学系として設計するには、 D_4 、 D_5 、 D_6 、 D_{10} 、 D_{11} 、 D_{12} 、 D_{13} 、 D_{14} 、 D_{20} 、 D_{21} 、 D_{22} …を利用する。

【0221】

上記定義式は、回転非対称な曲面形状の面の例示のために示したものであり、他のいかなる定義式に対しても同じ効果が得られることは言うまでもない。数学的に同値ならば他の定義で曲面形状を表してもよい。

【0222】

なお、自由曲面の他の定義式の例として、次の定義式(c)があげられる。

【0223】

$$Z = \sum \sum C_{nm} X^m Y^n$$

例として、 $k=7$ (7次項)を考えると、展開したとき、以下の式で表せる。

【0224】

$$\begin{aligned}
Z = & C_2 \\
& + C_3 Y + C_4 |X| \\
& + C_5 Y^2 + C_6 Y |X| + C_7 X^2 \\
& + C_8 Y^3 + C_9 Y^2 |X| + C_{10} Y X^2 + C_{11} |X^3| \\
& + C_{12} Y^4 + C_{13} Y^3 |X| + C_{14} Y^2 X^2 + C_{15} Y |X^3| + C_{16} X^4 \\
& + C_{17} Y^5 + C_{18} Y^4 |X| + C_{19} Y^3 X^2 + C_{20} Y^2 |X^3| \\
& \quad + C_{21} Y X^4 + C_{22} |X^5| \\
& + C_{23} Y^6 + C_{24} Y^5 |X| + C_{25} Y^4 X^2 + C_{26} Y^3 |X^3|
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& +C_{27}Y^2X^4 + C_{28}Y|X^5| + C_{29}X^6 \\
& +C_{30}Y^7 + C_{31}Y^6|X| + C_{32}Y^5X^2 + C_{33}Y^4|X^3| \\
& +C_{34}Y^3X^4 + C_{35}Y^2|X^5| + C_{36}YX^6 + C_{37}|X^7| \\
& \dots (c)
\end{aligned}$$

また、非球面は、以下の定義式で与えられる回転対称非球面である。

【0225】

$$\begin{aligned}
Z = (Y^2/R) / [1 + \{1 - (1+K)Y^2/R^2\}^{1/2}] \\
+ AY^4 + BY^6 + CY^8 + DY^{10} + \dots \\
\dots (d)
\end{aligned}$$

ただし、Zを光の進行方向を正とした光軸（軸上主光線）とし、Yを光軸と垂直な方向にとる。ここで、Rは近軸曲率半径、Kは円錐定数、A、B、C、D、…はそれぞれ4次、6次、8次、10次の非球面係数である。この定義式のZ軸が回転対称非球面の軸となる。

【0226】

また、アナモルフィック面の形状は以下の式により定義する。面形状の原点を通り、光学面に垂直な直線がアナモルフィック面の軸となる。

【0227】

$$\begin{aligned}
Z = (C_x \cdot X^2 + C_y \cdot Y^2) / [1 + \{1 - (1+K_x)C_x^2 \cdot X^2 \\
- (1+K_y)C_y^2 \cdot Y^2\}^{1/2}] \\
+ \sum R_n \{ (1-P_n)X^2 + (1+P_n)Y^2 \}^{(n+1)}
\end{aligned}$$

ここで、例としてn=4（4次項）を考えると、展開したとき、以下の式（a）で表すことができる。

【0228】

$$\begin{aligned}
Z = (C_x \cdot X^2 + C_y \cdot Y^2) / [1 + \{1 - (1+K_x)C_x^2 \cdot X^2 \\
- (1+K_y)C_y^2 \cdot Y^2\}^{1/2}] \\
+ R_1 \{ (1-P_1)X^2 + (1+P_1)Y^2 \}^2 \\
+ R_2 \{ (1-P_2)X^2 + (1+P_2)Y^2 \}^3 \\
+ R_3 \{ (1-P_3)X^2 + (1+P_3)Y^2 \}^4 \\
+ R_4 \{ (1-P_4)X^2 + (1+P_4)Y^2 \}^5
\end{aligned}$$

・・・ (e)

ただし、Z は面形状の原点に対する接平面からのズレ量、C_x は X 軸方向曲率、C_y は Y 軸方向曲率、K_x は X 軸方向円錐係数、K_y は Y 軸方向円錐係数、R_n は非球面項回転対称成分、P_n は非球面項回転非対称成分である。なお、X 軸方向曲率半径 R_x、Y 軸方向曲率半径 R_y と曲率 C_x、C_y との間には、

$$R_x = 1 / C_x, R_y = 1 / C_y$$

の関係にある。

【 0 2 2 9 】

また、トーリック面には X トーリック面と Y トーリック面があり、それぞれ以下の式により定義する。面形状の原点を通り、光学面に垂直な直線がトーリック面の軸となる。X トーリック面は、

$$F(X) = C_x \cdot X^2 / [1 + \{1 - (1 + K) C_x^2 \cdot X^2\}^{1/2}] + A X^4 + B X^6 + C X^8 + D X^{10} \dots$$

$$Z = F(X) + (1/2) C_y \{Y^2 + Z^2 - F(X)^2\} \dots (f)$$

次いで、Y 方向の曲率中心を通して X 軸の周りで回転する。その結果、その面は X-Z 面内で非球面になり、Y-Z 面内で円になる。

Y トーリック面は、

$$F(Y) = C_y \cdot Y^2 / [1 + \{1 - (1 + K) C_y^2 \cdot Y^2\}^{1/2}] + A Y^4 + B Y^6 + C Y^8 + D Y^{10} \dots$$

$$Z = F(Y) + (1/2) C_x \{X^2 + Z^2 - F(Y)^2\} \dots (g)$$

次いで、X 方向の曲率中心を通して Y 軸の周りで回転する。その結果、その面は Y-Z 面内で非球面になり、X-Z 面内で円になる。

【 0 2 3 0 】

ただし、Z は面形状の原点に対する接平面からのズレ量、C_x は X 軸方向曲率、C_y は Y 軸方向曲率、K は円錐係数、A、B、C、D は非球面係数である。なお、X 軸方向曲率半径 R_x、Y 軸方向曲率半径 R_y と曲率 C_x、C_y との間には、

$$R_x = 1 / C_x, R_y = 1 / C_y$$

の関係にある。

【 0 2 3 1 】

光学特性可変光学素子とは、可変焦点レンズ、可変ミラー、面形状の変わる可変プリズム、頂角可変プリズム、光偏向作用の変わるプリズム、光偏向作用の変わる可変回折光学素子つまり可変HOE、可変DOD等を含む。

【 0 2 3 2 】

可変焦点レンズには、焦点距離が変化せず、収差量が変化するような可変レンズも含むものとする。可変ミラーについても同様である。

【 0 2 3 3 】

要するに、光学素子で光の反射、屈折、回折等の光偏向作用が変化し得るものを光学特性可変光学素子と呼ぶ。

【 0 2 3 4 】

情報発信装置とは、携帯電話、固定式の電話、ゲームマシン、テレビ、ラジカセ、ステレオ等のリモコン、パソコン、パソコンのキーボード、マウス、タッチパネル等の何れかの情報を入力し、送信することができる装置を指す。

【 0 2 3 5 】

撮像装置の付いたテレビモニター、パソコンのモニター、ディスプレイも含むものとする。

【 0 2 3 6 】

情報発信装置は信号処理装置の中に含まれる。

【 0 2 3 7 】

【発明の効果】

以上の本発明によれば、小型、軽量で、安価な機能拡張容易な光学装置、表示装置、信号処理装置、撮像装置等が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の光学製品に用いられる静電気力を利用した 1 例の可変焦点レンズの構成と作用を説明するための図である。

【図 2】

本発明の光学製品に用いられる透明圧電樹脂を用いた 1 例の可変焦点レンズの構成と作用を説明するための図である。

【図 3】

本発明の 1 例の光学装置の構成を示す図である。

【図 4】

可変ミラーの別の実施例を示す図である。

【図 5】

電極を同心分割することを示す図である。

【図 6】

電極を矩形分割することを示す図である。

【図 7】

可変ミラーのさらに他の実施例を示す図である。

【図 8】

可変ミラーのさらに他の実施例を示す図である。

【図 9】

可変ミラーのさらに他の実施例を示す図である。

【図 1 0】

可変ミラーのさらに他の実施例を示す図である。

【図 1 1】

薄膜コイルの巻密度が場所によって変化している様子を示す図である。

【図 1 2】

コイルを 1 個用いる構成を示す図である。

【図 1 3】

可変ミラーのさらに他の実施例を示す図である。

【図 1 4】

コイルの配置を示す別の例の構成を示す図である。

【図 1 5】

コイルの他の配置例を示す図である。

【図 1 6】

図 9 の実施例における永久磁石の配置を示す図である。

【図 1 7】

本発明の可変焦点レンズを用いた撮像ユニットの 1 つの実施例の構成を示す図である。

【図 1 8】

図 1 7 の可変焦点レンズでシリンダーを省略した実施例の構成と作用を説明するための図である。

【図 1 9】

本発明の可変焦点レンズのマイクロポンプで流体を出し入れする実施例の構成を示す図である。

【図 2 0】

マイクロポンプの 1 例の構成を示す図である。

【図 2 1】

本発明の流体ポンプを用いた可変ミラーの実施例の構成を示す図である。

【図 2 2】

本発明の圧電効果で変形する可変焦点レンズの実施例の構成を示す図である。

【図 2 3】

本発明の磁歪材料を用いた可変ミラーの実施例の構成を示す図である。

【図 2 4】

本発明の圧電材料を用いた可変焦点レンズの実施例の構成を示す図である。

【図 2 5】

図 2 4 の可変焦点レンズの実施例の変形の構成を示す図である。

【図 2 6】

本発明の圧電材料からなる 2 枚の薄膜を用いた可変焦点レンズの実施例の構成を示す図である。

【図 2 7】

本発明の電歪材料を用いた可変焦点レンズの実施例の構成を示す図である。

【図 2 8】

図 2 7 の可変焦点レンズが変形した様子を示す図である。

【図 2 9】

本発明のフォトメカニカル効果を用いた可変焦点レンズの実施例の構成を示す図である。

【図 3 0】

トランス型のアゾベンゼンの状態変化を示す図である。

【図 3 1】

本発明による可変焦点レンズを用いた可変焦点眼鏡の実施例の構成を示す斜視図である。

【図 3 2】

図 3 1 の可変焦点眼鏡を使用者が装着した様子を示す図である。

【図 3 3】

本発明による可変焦点レンズを用いた可変焦点眼鏡の実施例の構成を示す図である。

【図 3 4】

本発明による可変ミラーを用いたズームデジタルカメラ用光学系の実施例の構成を示す図である。

【図 3 5】

本発明による可変焦点レンズを用いたズーム光学系の実施例の構成を示す図である。

【図 3 6】

本発明による異なる駆動方法で動く 2 つの光学特性可変光学素子を用いた車載用テレビカメラの実施例の構成を示す図である。

【図 3 7】

テレビカメラを自動車に積んだ例の様子を示す図である。

【図 3 8】

テレビのリモコンにテレビカメラを積んだ例の様子を示す図である。

【図 3 9】

本発明による可変ミラを用いたビューファインダー型表示装置の実施例の構成

を示す図である。

【図 4 0】

図 3 9 のようなビューファインダー型表示装置を搭載した P D A 等を示す斜視図である。

【符号の説明】

- 3 … 撮像レンズ
- 4 … プリズム
- 5 … 二等辺直角プリズム
- 6 … ミラー
- 8 … 固体撮像素子
- 9 … 光学特性可変ミラー
- 9 a … 薄膜（反射面）
- 9 b … 電極
- 9 c … 電圧素子
- 9 c' … 圧電素子
- 9 d … 電極
- 9 e … 基板
- 1 1 … 可変抵抗器
- 1 2 … 電源
- 1 3 … 電源スイッチ
- 1 4 … 演算装置
- 1 5 … 温度センサー
- 1 6 … 湿度センサー
- 1 7 … 距離センサー
- 2 3 … 支持台
- 2 4 … 振れ（ブレ）センサー
- 2 5 … 駆動回路
- 2 6 … 永久磁石
- 2 7 … コイル

2 8 … 駆動回路
2 8' … 薄膜コイル
2 9 … スイッチ
5 6 … 可変焦点レンズ
5 9 … 透明電極
6 0 … 透明部材
6 2 … 可変焦点レンズ
1 0 2 … 凸レンズ
1 0 3 … 電圧制御回路
1 4 0 … 可変焦点レンズ
1 4 1 … 撮像ユニット
1 4 2 … 透明部材
1 4 3 … 圧電性透明物質
1 4 4 … 流体あるいはゼリー状物質
1 4 5 … 透明電極
1 4 6 … シリンダー
1 4 7 … 支持部材
1 4 8 … 変形可能な部材
1 6 0 … マイクロポンプ
1 6 1 … 透明流体
1 6 2 … 可変焦点レンズ
1 6 3 … 透明基板
1 6 4 … 弾性体
1 6 5 … 透明基板（透明部材）
1 6 8 … 液溜
1 8 0 … マイクロポンプ
1 8 1 … 振動板
1 8 2、1 8 3 … 電極
1 8 4、1 8 5 … 弁



188…可変ミラー
189…反射膜
190、190A、190B…可変焦点レンズ
195…可変ミラー
196…磁歪材料膜
197…反射膜
198…コイル
200…圧電材料
200A、200B…薄膜（圧電材料）
201…可変焦点レンズ
202…基板
204…透明基板
206…電歪材料
207…可変焦点レンズ
208、209…透明弾性体
210…アゾベンゼン
211…スペーサー
212、213…紫外光源
214…可変焦点レンズ
220、221…光学特性可変光学素子（可変ミラー）
222…テレビカメラ
223…TVモニター
224…電子回路
225、226…自由曲面プリズム
227…絞り
228…反射膜
230…自動車
231…ダッシュボード
232…テレビ

2 3 3 … リモコン
3 0 1 … 可変焦点レンズ
3 0 2 … 可変焦点眼鏡
3 0 3 … 電力送信ユニット
3 0 4 … 電源
3 0 5 … 発信回路
3 0 6 … 送信アンテナ
3 0 7 … 受信アンテナ
3 0 8 … フレーム
3 1 4 … タッチスイッチ
3 1 6 … 角度センサー
3 1 0、3 1 1 … 透明基板又はレンズ
3 2 0 … 可変ミラー
3 2 1 … ズームデジタルカメラ用光学系
3 2 2、3 2 3、3 2 4 … レンズ群
3 2 5 … 絞り
3 2 6 … 可変焦点レンズ
3 2 7 … ズーム光学系
4 0 0 … スペーサ
8 0 1、8 0 2 … 可変ミラー
8 0 3 … ビューファインダー型表示装置
8 0 4 … レンズ
8 0 5 … 表示デバイス
8 0 6 … バックライト
8 0 7 … 電子回路
8 0 8 … ノート型パソコン
8 0 9 … スクリーン
8 1 0 … 可変焦点レンズ
8 1 4 … ビューファインダー型表示装置の窓

8 1 5 … P D A (携帯情報端末)

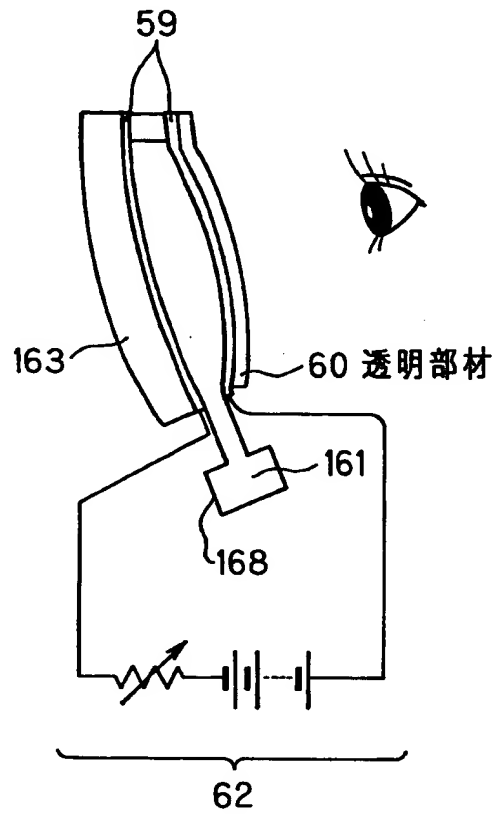
9 0 1 … 接眼レンズ

9 0 2 … 対物レンズ

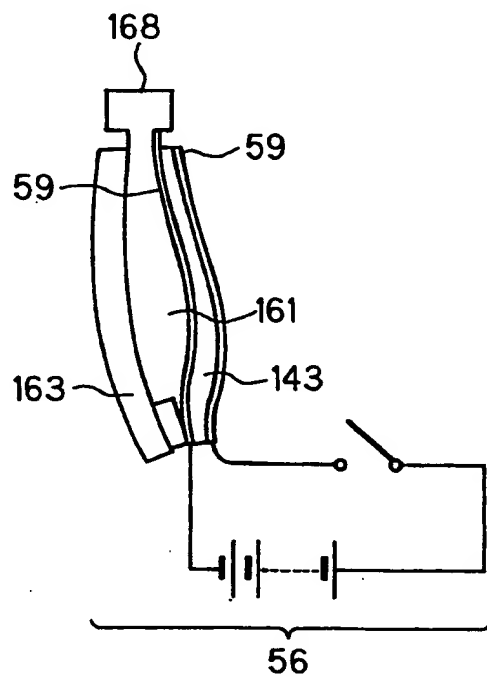
【書類名】

図面

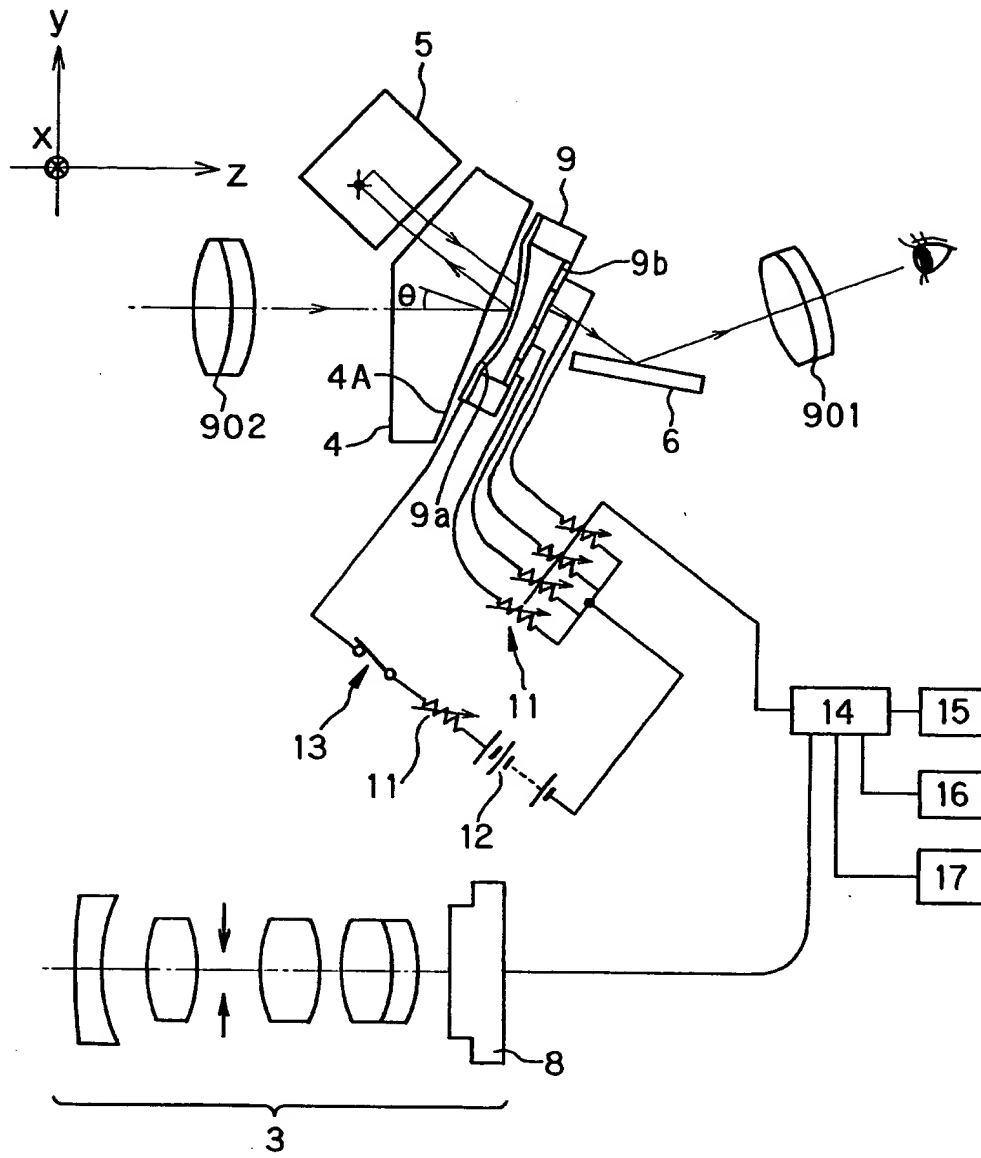
【図 1】



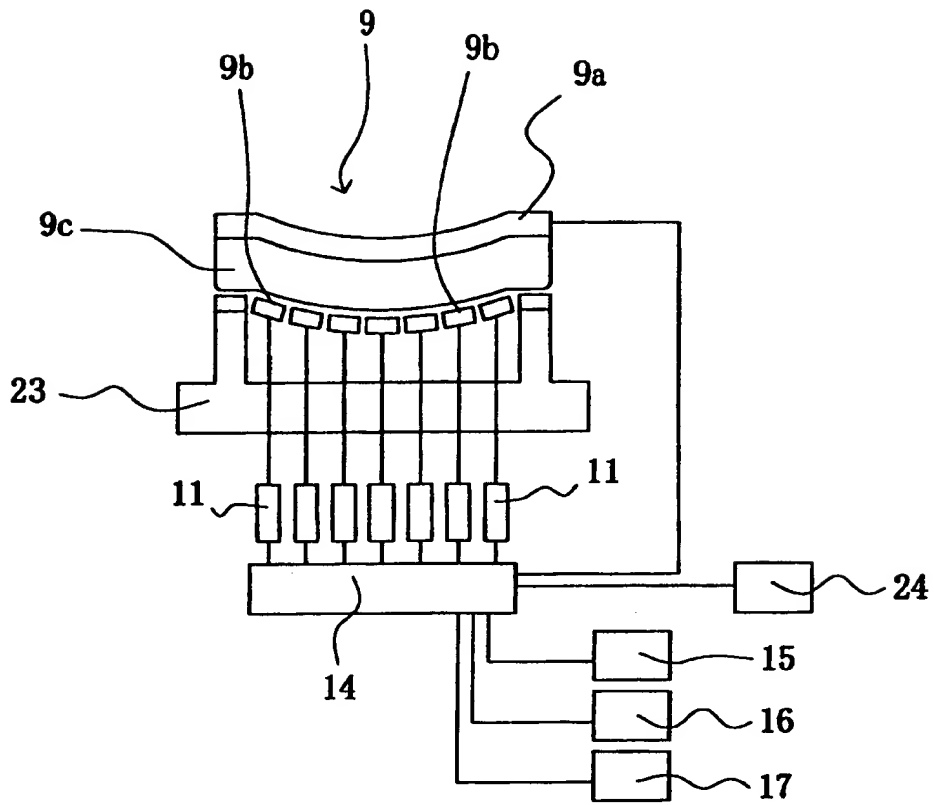
【図 2】



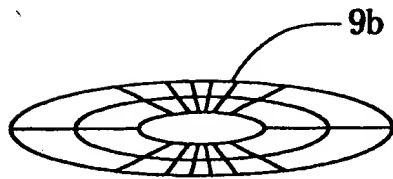
【図 3】



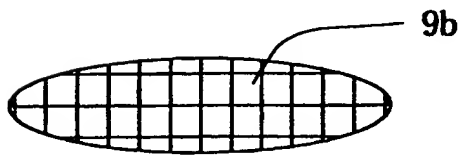
【図 4】



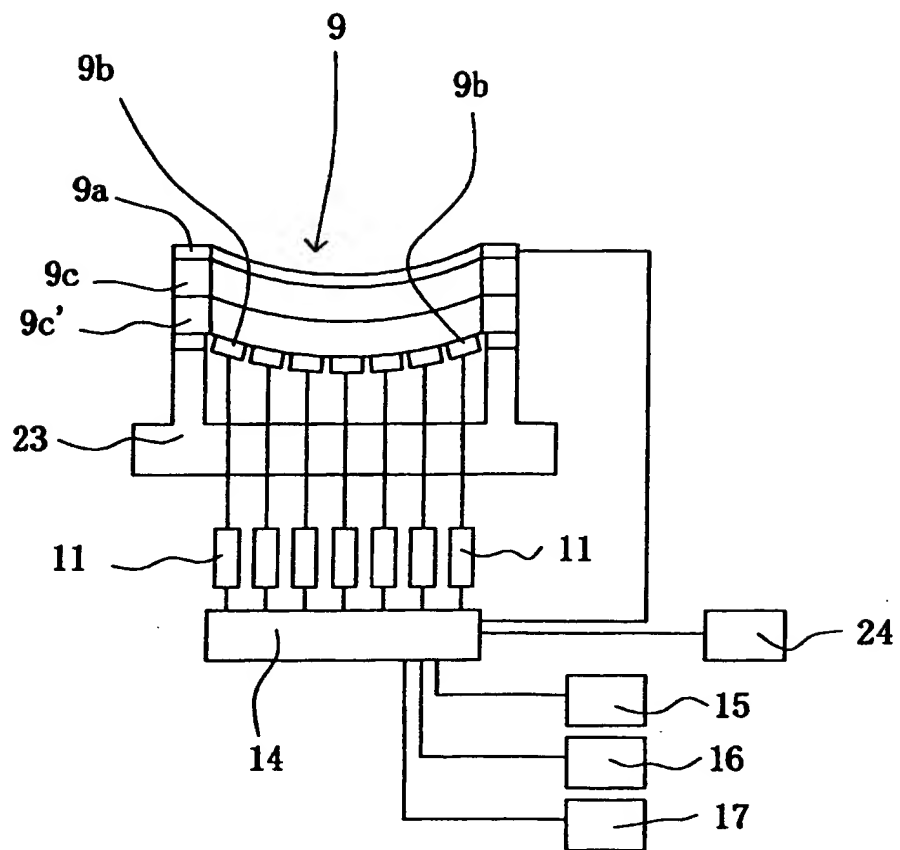
【図 5】



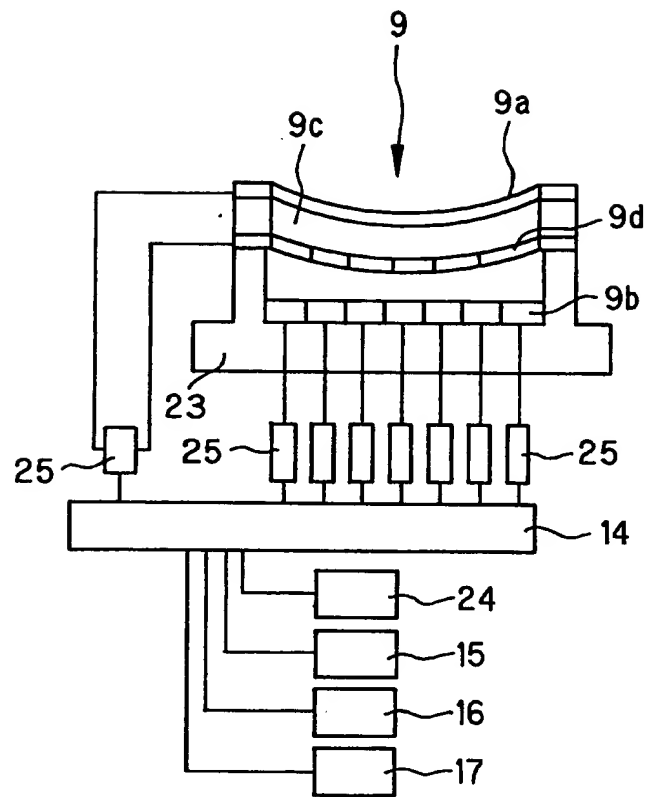
【図 6】



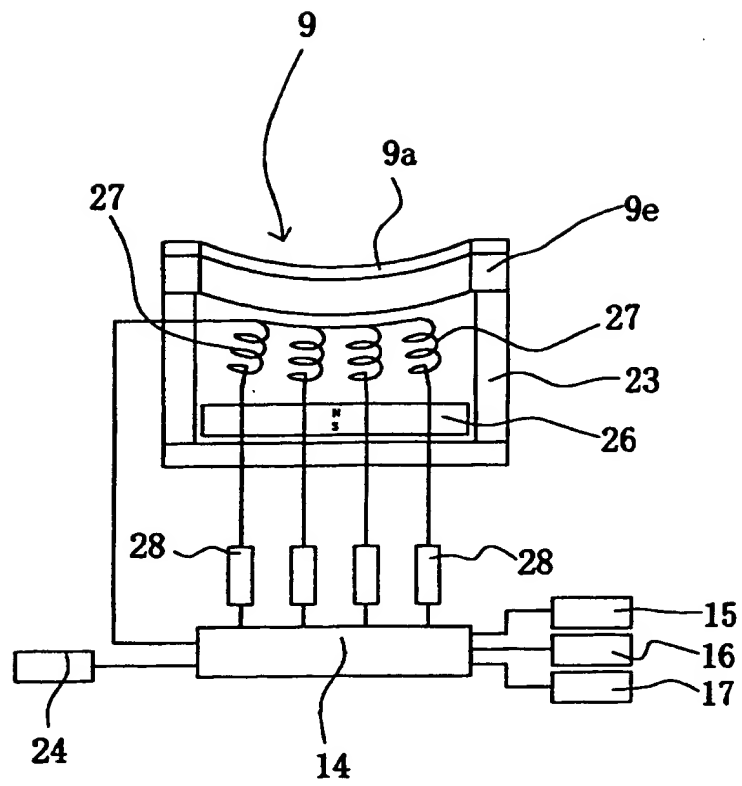
【図 7】



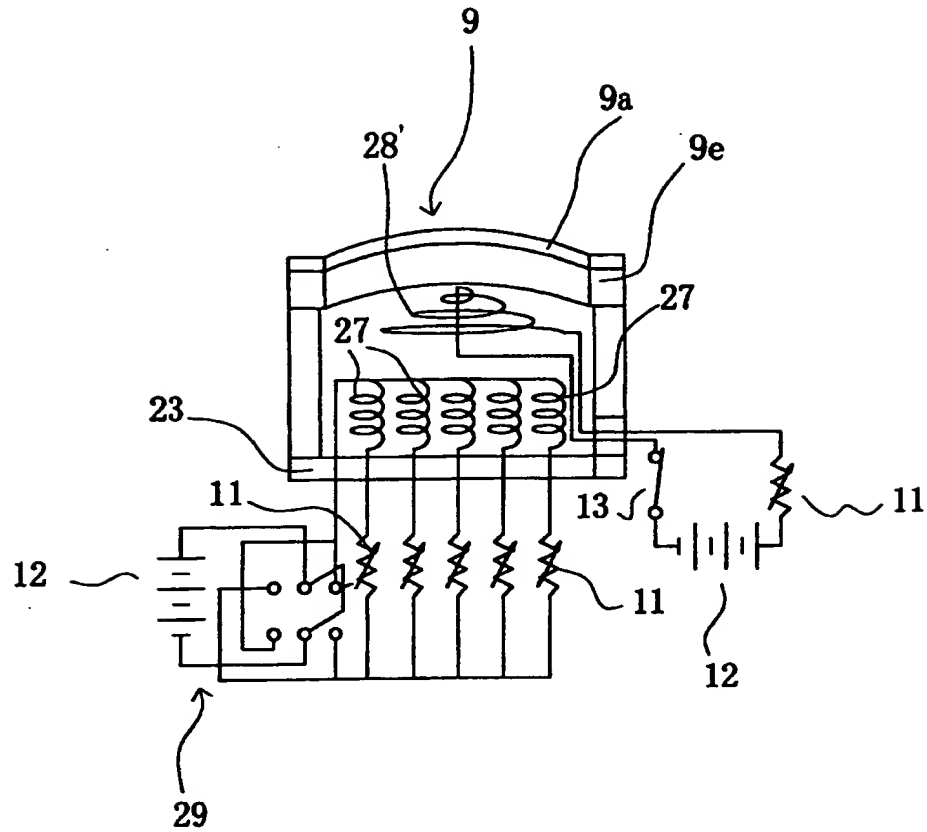
【図8】



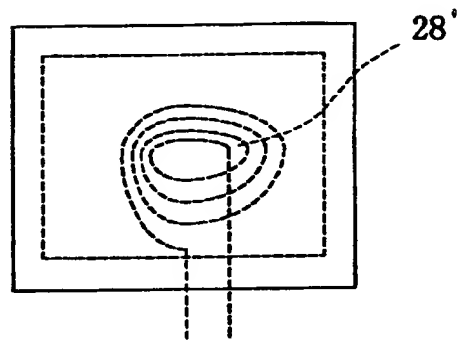
【図9】



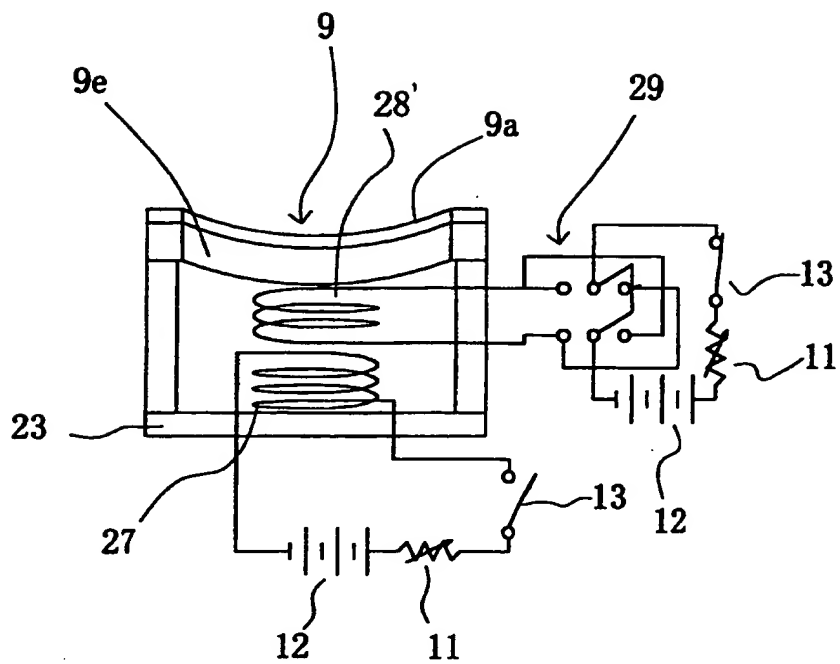
【図 1 0】



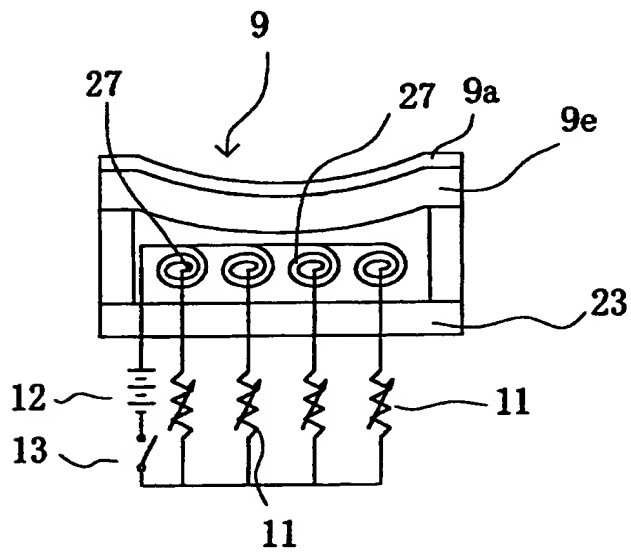
【図 1 1】



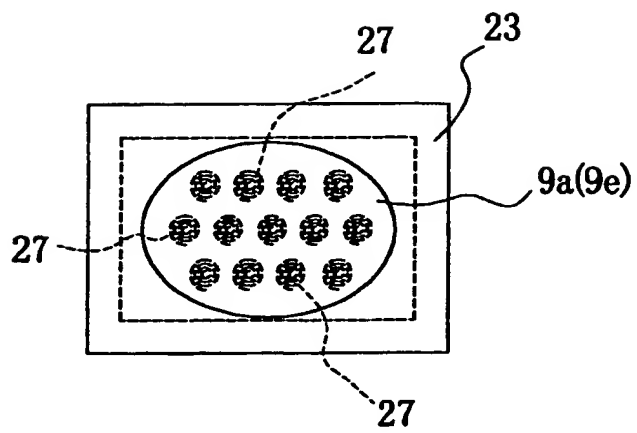
【図 1 2】



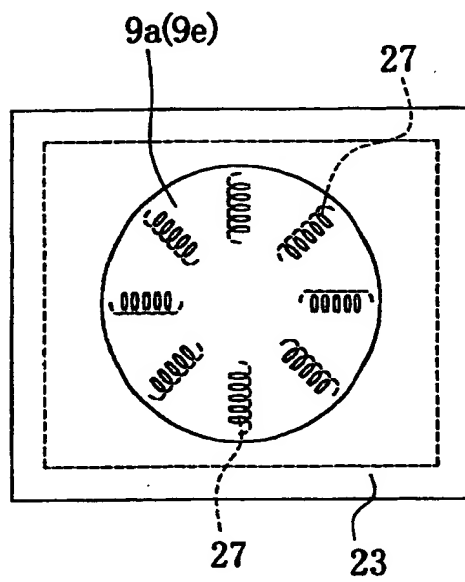
【図 1 3】



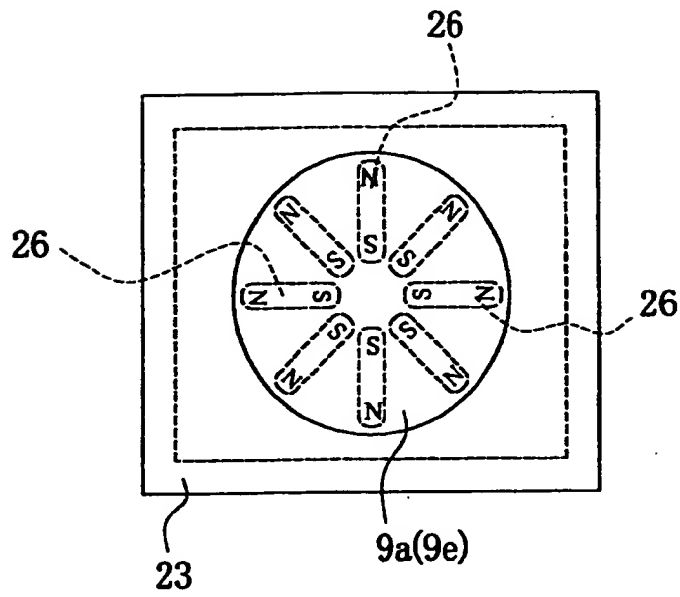
【図 1 4】



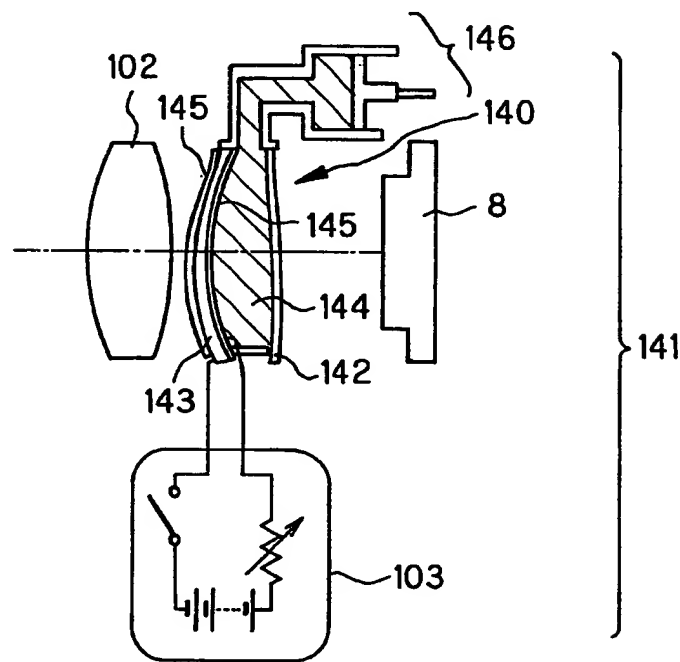
【図 1 5】



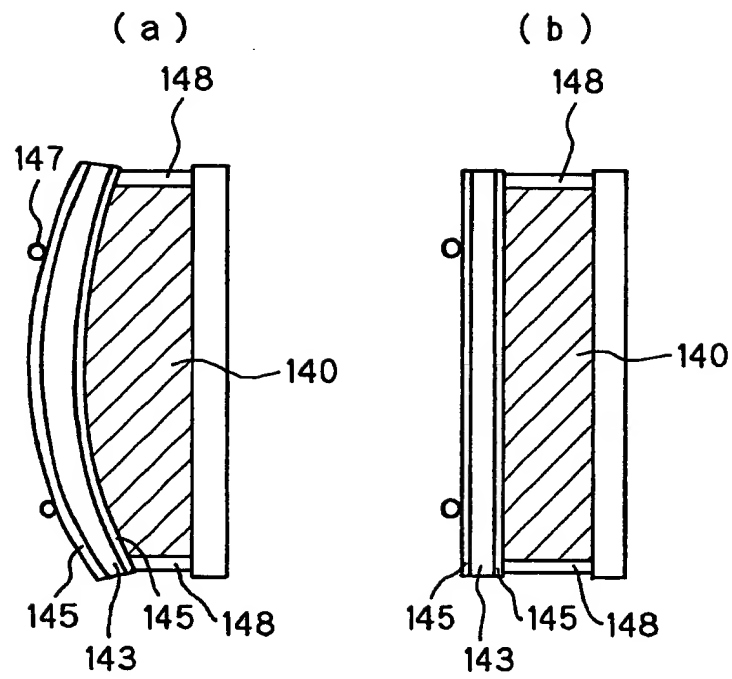
【図 1 6】



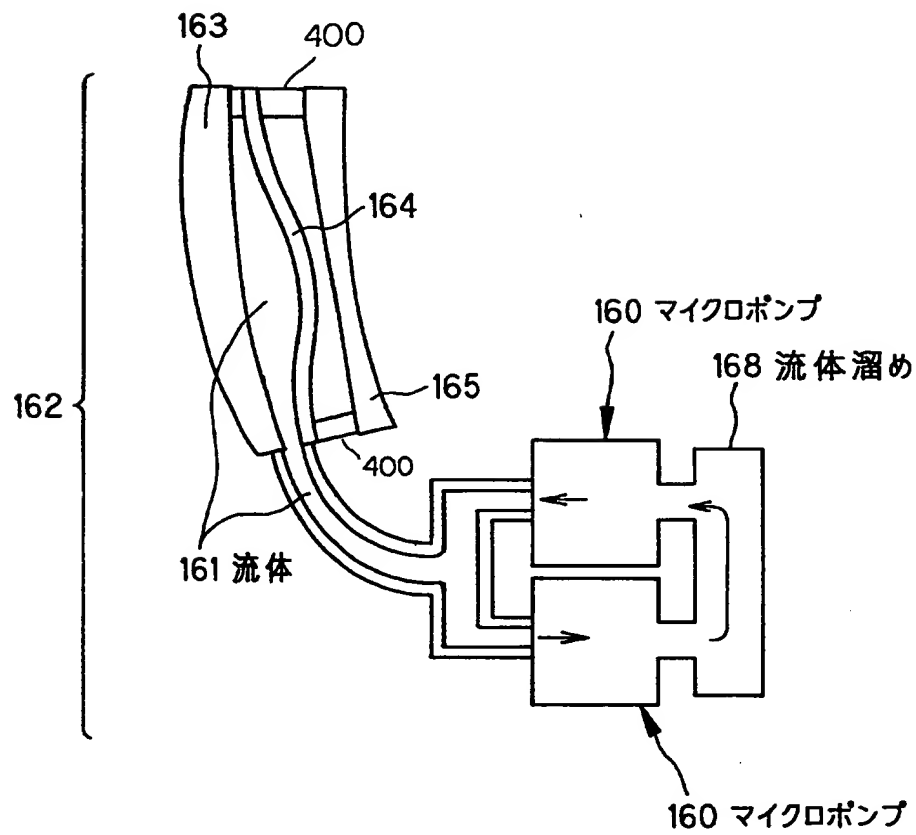
【図 1 7】



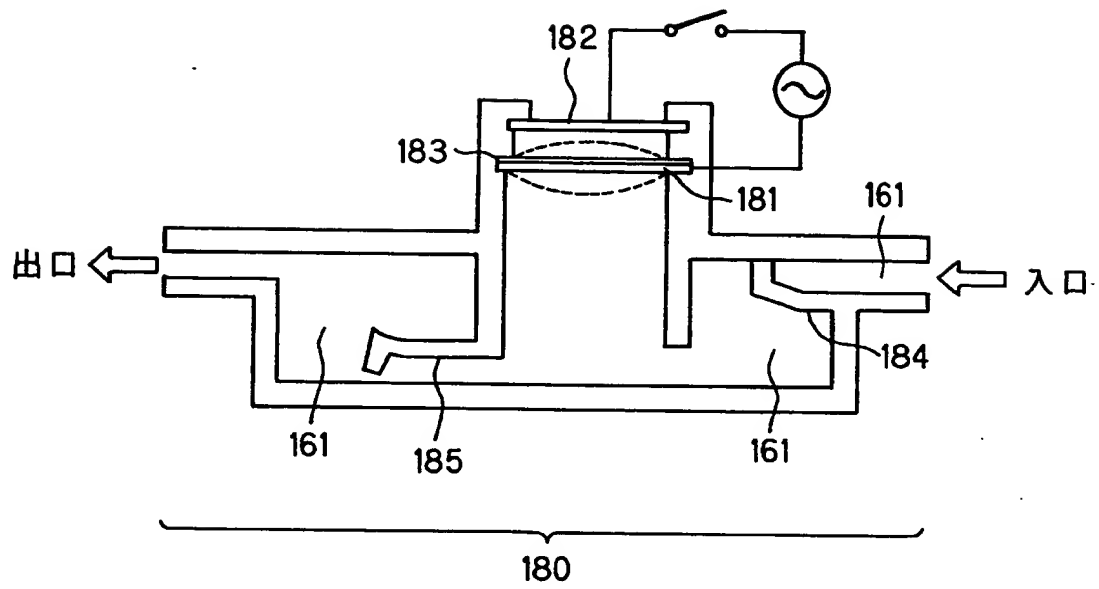
【図 1 8】



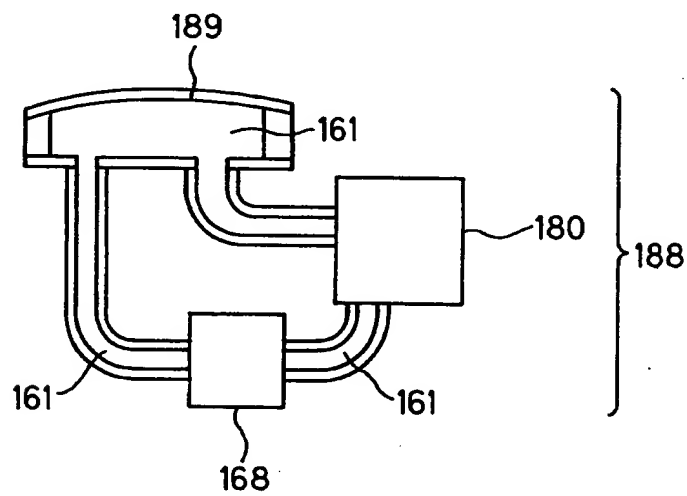
【図 1 9】



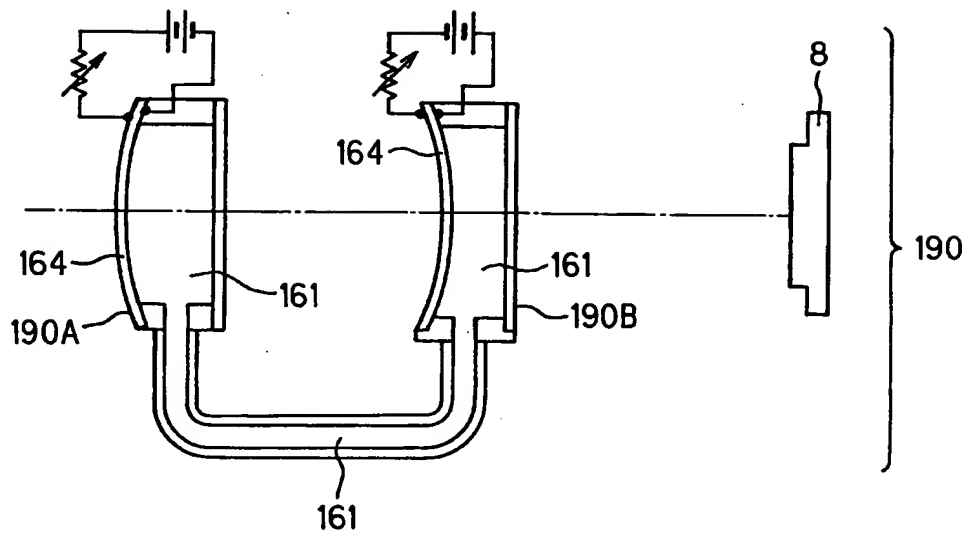
【図 2 0】



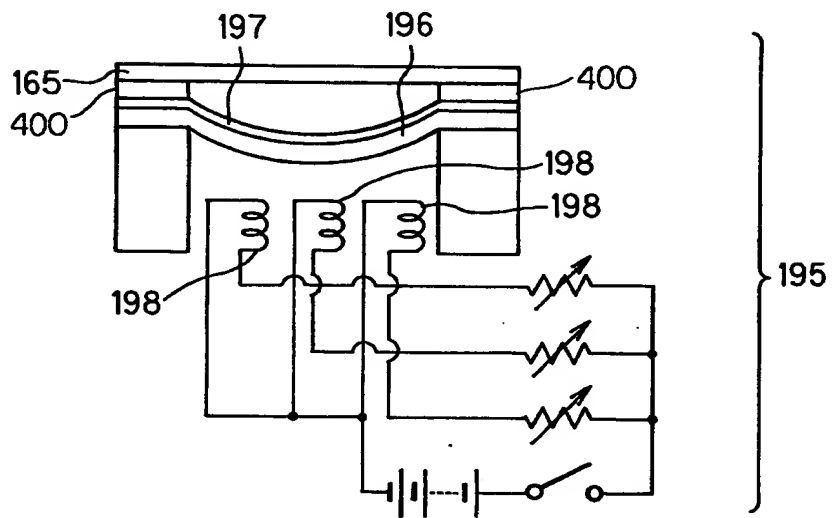
【図 2 1】



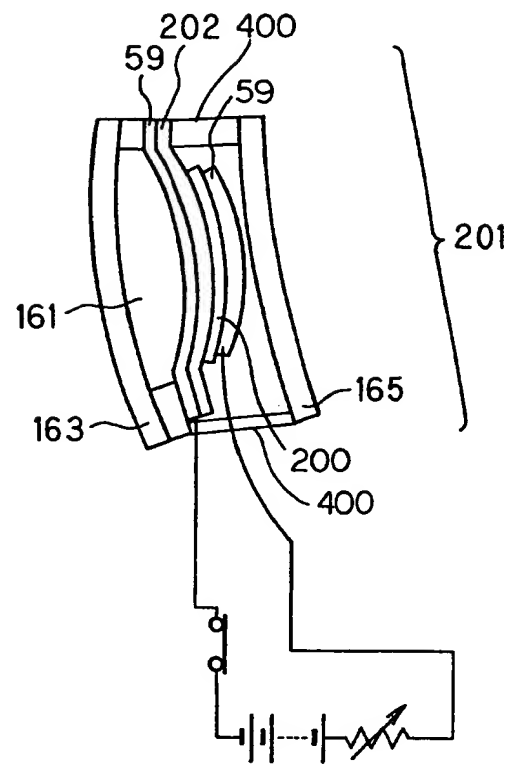
【図 2 2】



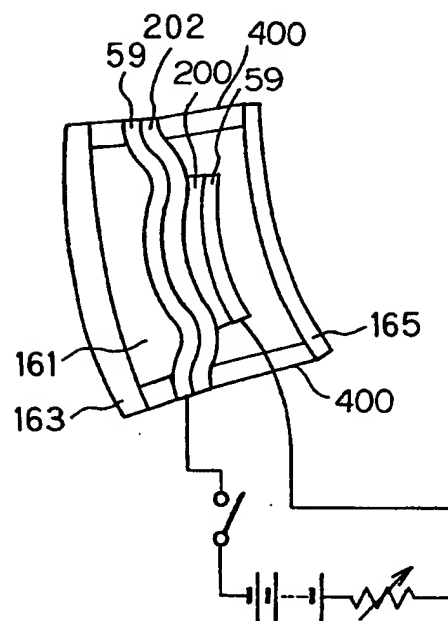
【図 2 3】



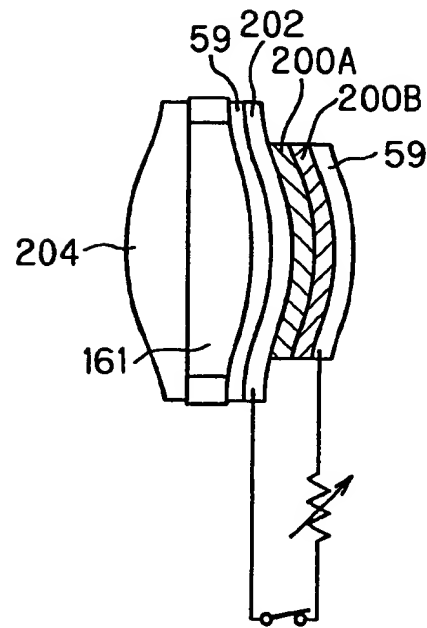
【図 2 4】



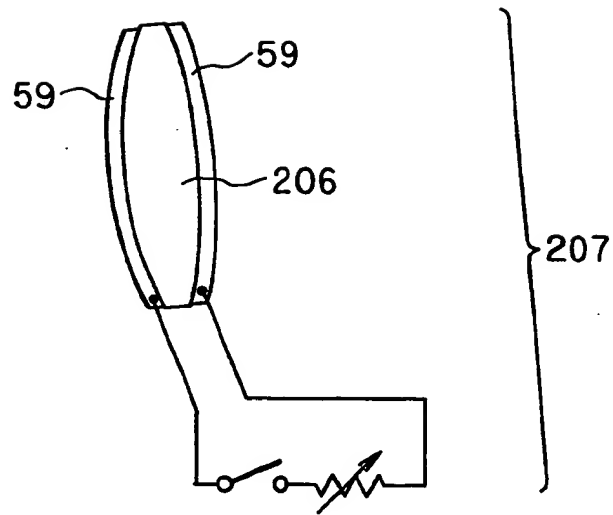
【図 2 5】



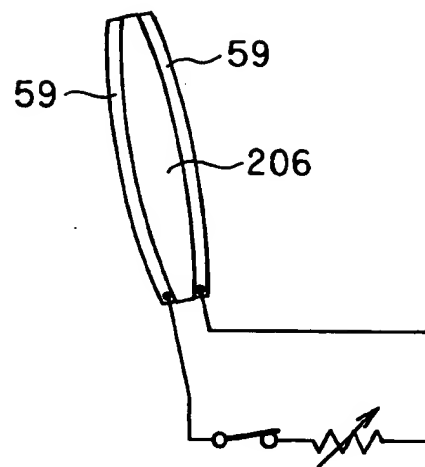
【図 2 6】



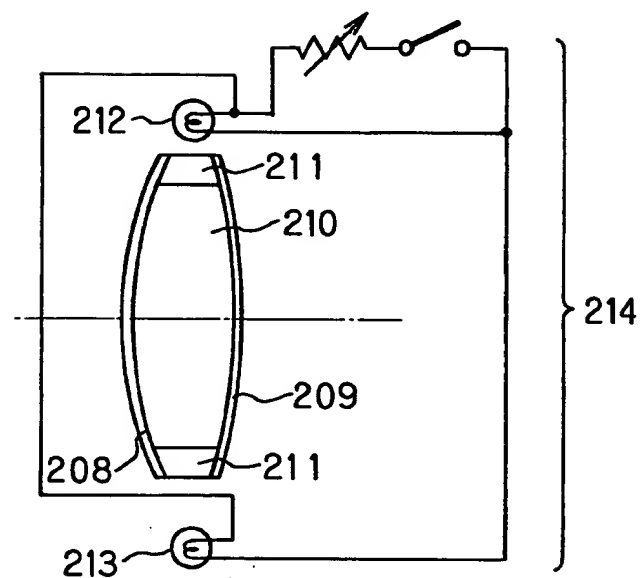
【図 2 7】



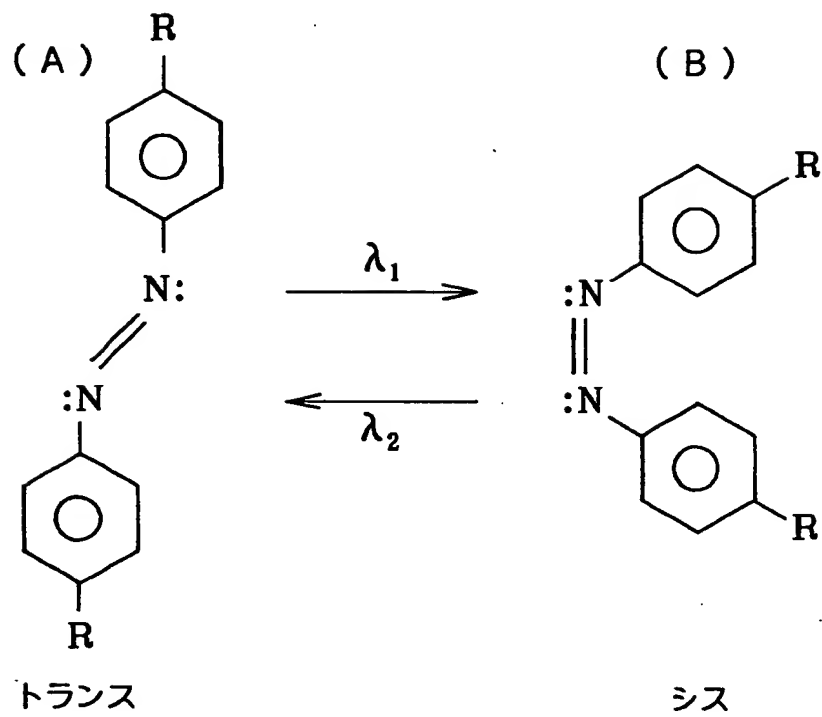
【図 2 8】



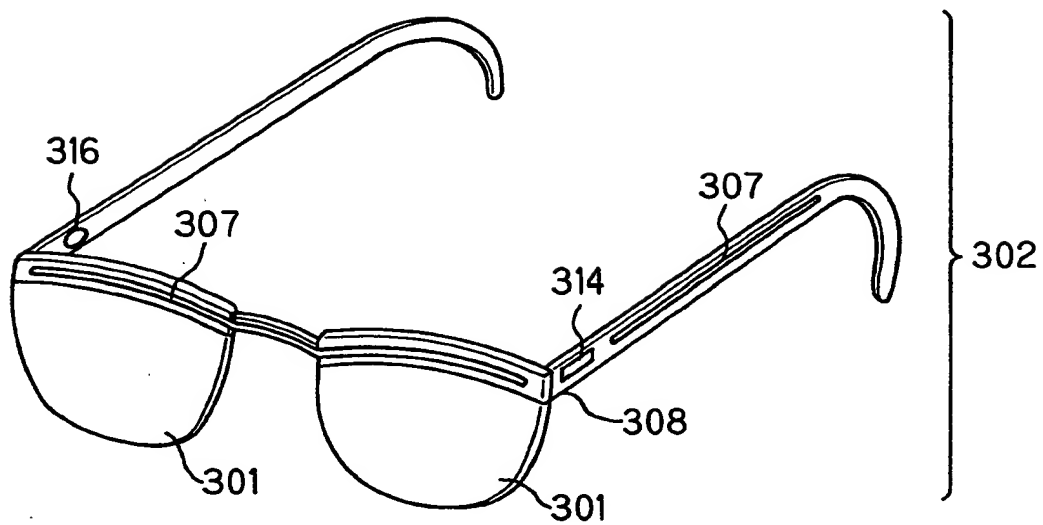
【図 2 9】



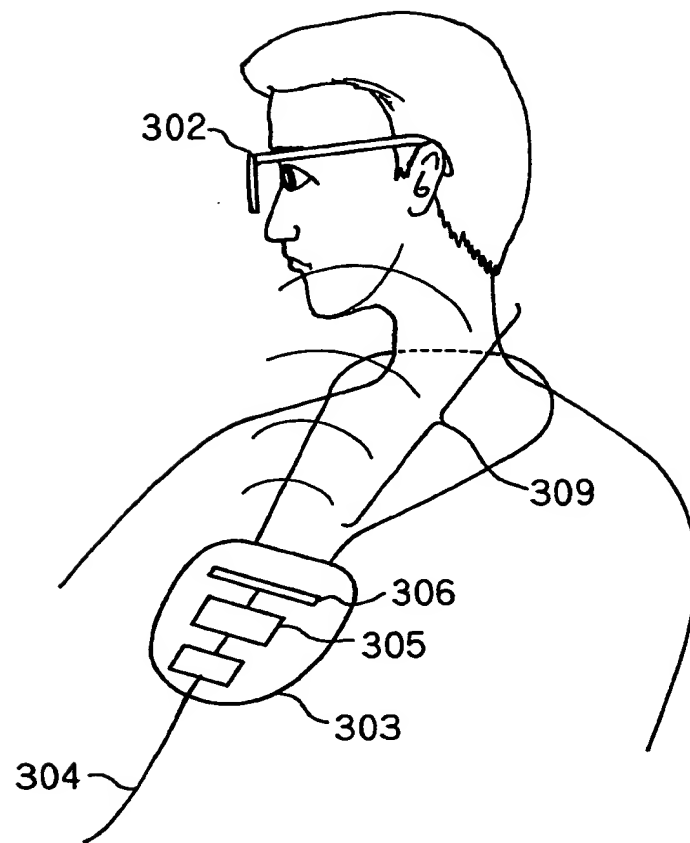
【図30】



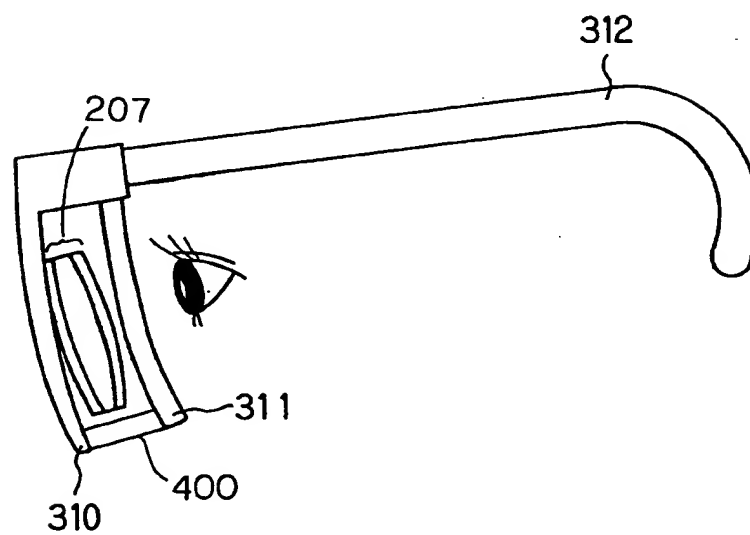
【図31】



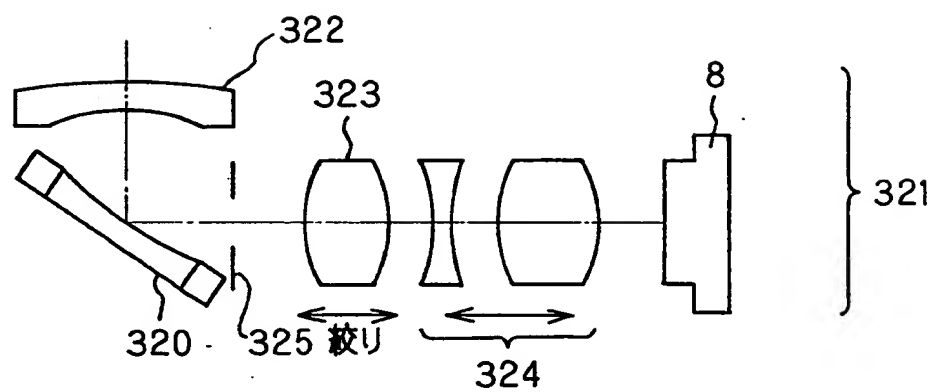
【図32】



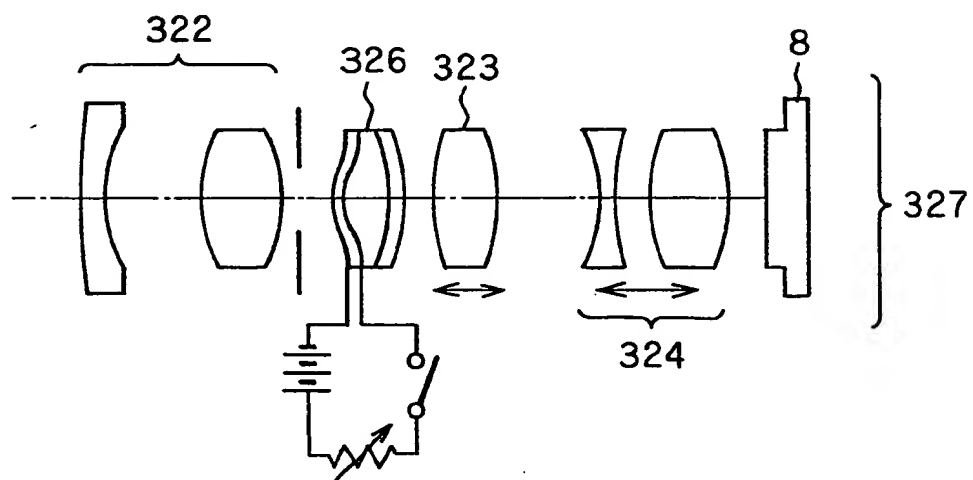
【図33】



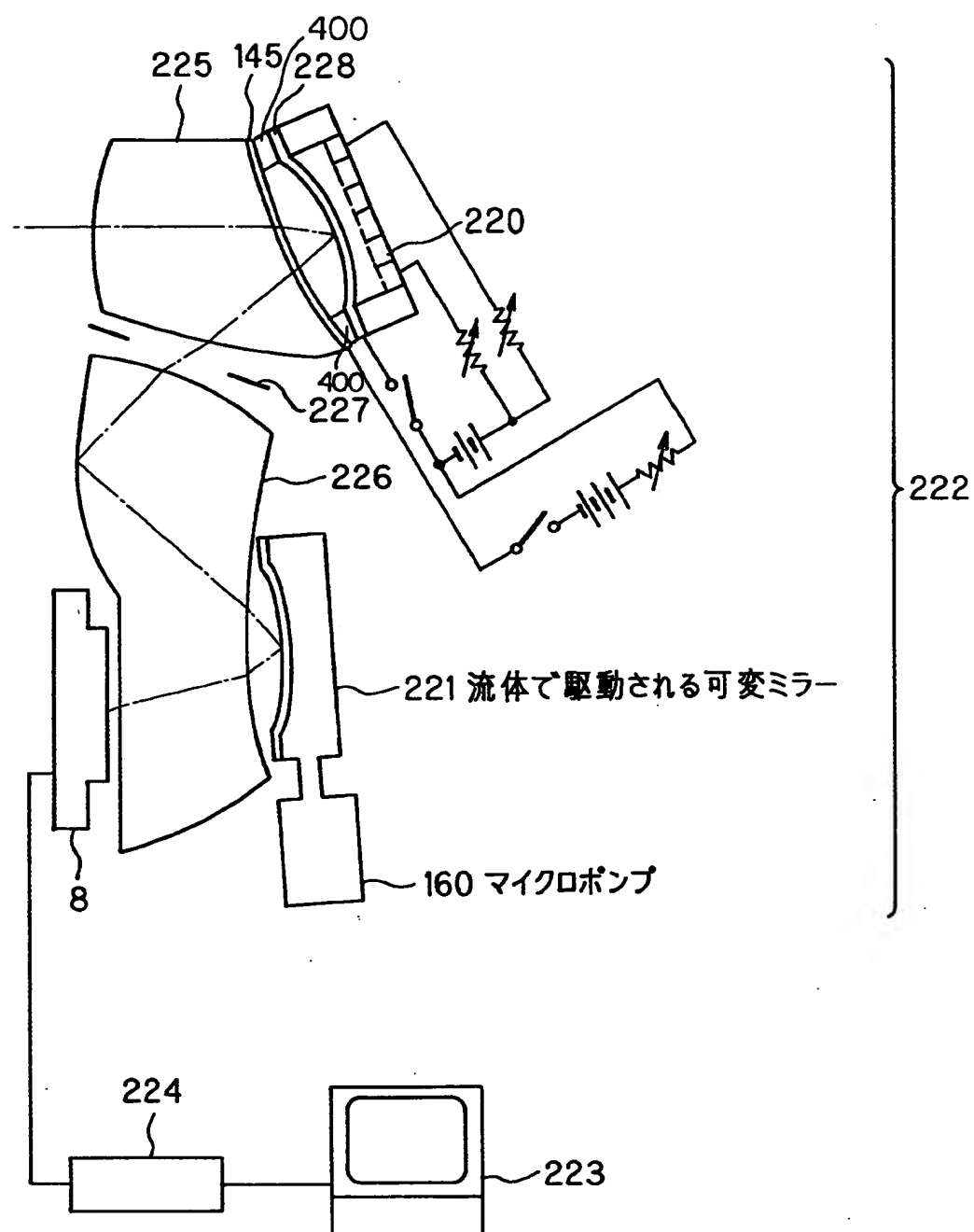
【図 3 4】



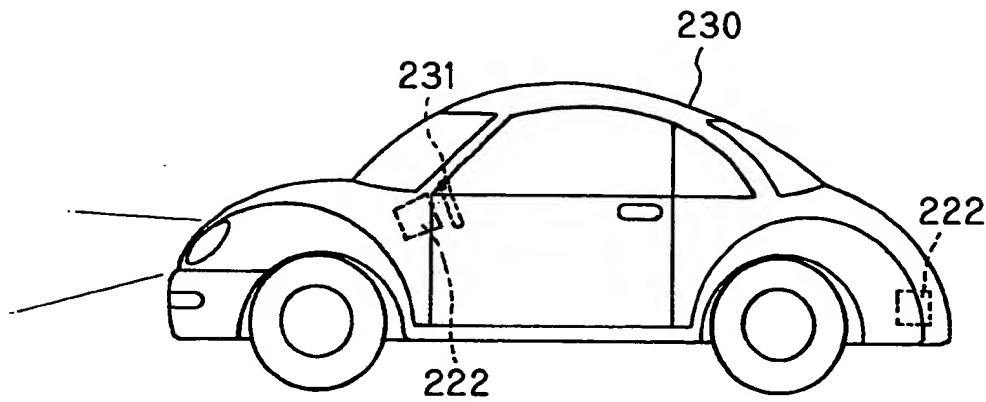
【図 3 5】



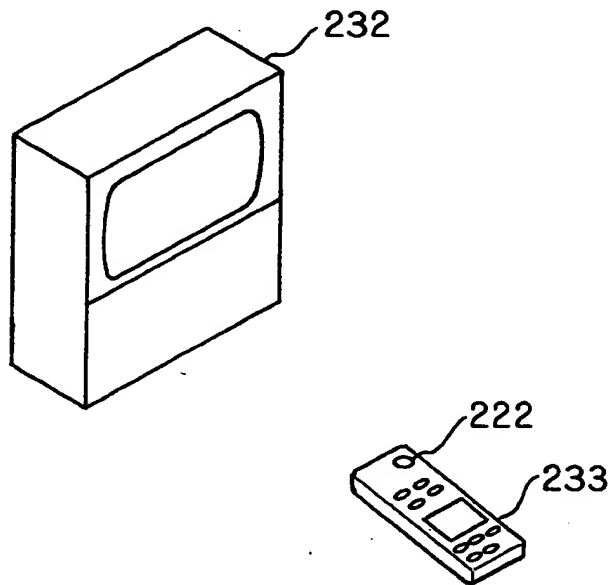
【図 3 6】



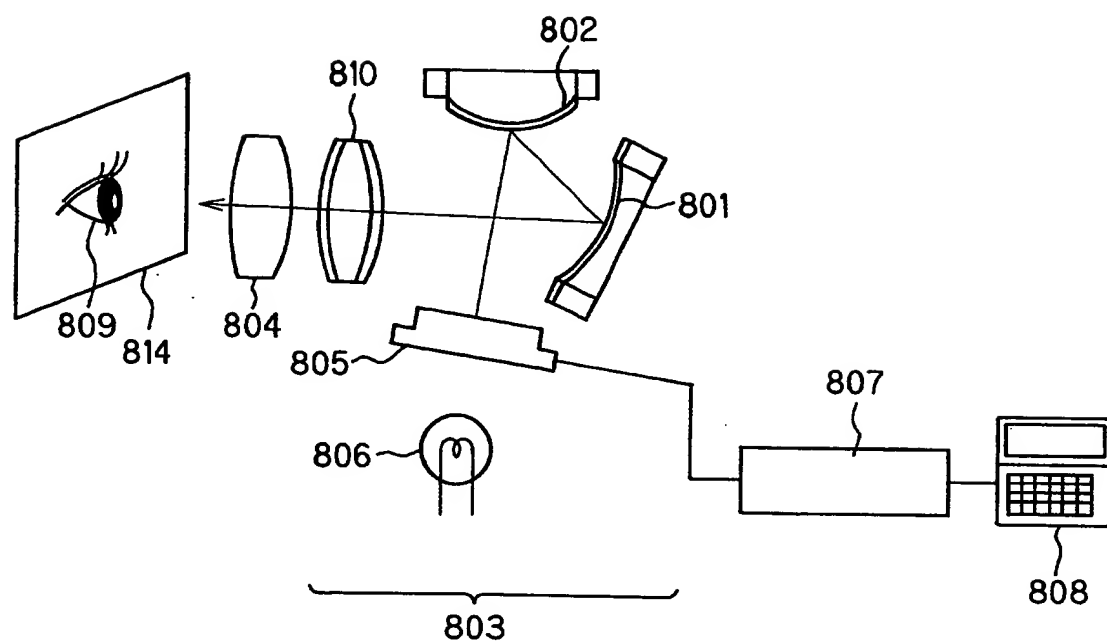
【図 3 7】



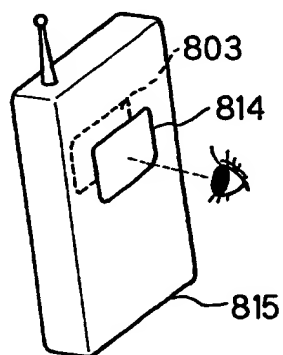
【図 3 8】



【図 3 9】



【図 4 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光学特性可変光学素子を用いてフォーカス、ズーミング等を行う際にレンズ等を移動させる必要がなく光学装置全体を軽量に構成する。

【解決手段】 使用者は、電力送信ユニット 3 0 3 を首にかける等で身に着けている。電力送信ユニット 3 0 3 は衣服のポケット等に入れてもよく、使用者の身の回り等に置いてもよい。電力送信ユニット 3 0 3 では、電源 3 0 4 で発信回路 3 0 5 を動かし、送信アンテナ 3 0 6 から可変焦点眼鏡 3 0 2 に向かって電磁波を出す。可変焦点眼鏡 3 0 2 には受信アンテナ 3 0 7 が眼鏡のフレーム 3 0 8 に設けてあり、電力送信ユニット 3 0 3 から送られた電磁波を受ける。これを例えば昇圧して、整流することによって、可変焦点レンズを駆動することができる。

【選択図】 図 3 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000376]

1. 変更年月日 1990年 8月20日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

氏 名 オリンパス光学工業株式会社